

**DIE IDENTIFISERING VAN
ONTWIKKELINGSSENSITIEWE AREAS TEEN
BERGHELLINGS: STELLENBOSCH- EN
HOTTENTOTSHOLLANDBERGE**

ARTHUR JEFFREE JAMES

Tesis ingelewer ter gedeeltelike voldoening aan die vereistes vir die graad van Magister in Lettere en Wysbegeerte aan die Universiteit van Stellenbosch.



Studieleiers: Mnre A van Niekerk en B H A Schloms

Maart 2001

Verklaring

Ek, die ondergetekende, verklaar hiermee dat die werk in hierdie tesis vervat, my eie oorspronklike werk is en dat ek dit nie vantevore in die geheel of gedeeltelik by enige universiteit ter verkryging van 'n graad voorgelê het nie.

Opsomming

Landbou- en bosbou-ontwikkeling sowel as die oprigting van geboue en ander strukture teen steil berghellings is tans 'n wesenlike probleem in die Boland. Sulke ontwikkelings kan nadelig wees weens estetiese oorwegings en omgewingskade wat hieruit kan voortspruit. In hierdie verband verwys omgewingskade spesifiek na fynbosvernietiging en gronderosie. Gronderosie het natuurlik ook 'n negatiewe impak op die landbou.

Daar is in hierdie studie gepoog om ontwikkelings sensitiewe areas te identifiseer, en vanuit bevindinge 'n stel riglyne te ontwikkel vir moontlike toekomstige ontwikkeling teen die berghellings in die Boland. Die studiegebied sluit slegs 'n gedeelte van die Bolandse berge in, naamlik die Stellenbosch- en Hottentotshollandberge, maar kan dien as loodsgebied vir ander streke in die Boland wat moontlik dieselfde probleme ondervind.

Analises is hoofsaaklik gedoen deur middel van geografiese inligtingstelsels- (GIS-) programmatuur soos onder andere *Unix Arc/Info* en *ArcView 3.1*. Afstandswaarnemingstegnieke is ook aangewend om Landsat TM- satellietbeelde te interpreteer en te analiseer. Vir hierdie analises is hoofsaaklik van die beeldverwerkingsprogram *Idrisi for Windows* gebruik gemaak.

Omdat die studie op landbou-ontwikkeling konsentreer, moes sekere kriteria soos die erodeerbaarheid van grondtipes en gradiënt in ag geneem word in die identifisering van sensitiewe areas. Wat gradiëntdata betref, was die gebruik van 'n "*Digital elevation model*" (DEM) van kardinale belang. Ander tipes ontwikkelings (geboue en strukture, asook bosbou) is ook ontleed om eerstens te bepaal waar hierdie ontwikkelings voorkom; en tweedens of hierdie ontwikkelings in sensitiewe areas wat hoogte en gradiënt betref, voorkom. Weens die subjektiwiteit wat rondom die visuele impak van hierdie ontwikkelings bestaan, is dit moeilik om te bepaal watter ontwikkelings teen hoë berghellings esteties aanvaarbaar is en watter nie.

Volgens die Wet op Landbou no. 9238 van 1984 mag hellings met 'n gradiënt steiler as 20% nie sonder spesiale toestemming geploeg word nie. Teen die agtergrond hiervan is die belangrikste resultaat van analises in hierdie studie, die identifisering van erosiesensitiewe landbou-areas. Riglyne wat toegepas kan word op moontlike toekomstige ontwikkelings teen die berghellings in die Boland, word laastens voorgestel.

Summary

Agricultural and forestry development as well as the erection of buildings and other structures against steep mountain slopes is currently a substantial problem in the Boland. Such developments can be detrimental because of aesthetic considerations and the environmental damage that can arise therefrom. In this regard, environmental damage specifically includes the destruction of fynbos and soil erosion, the latter also having a negative impact on agriculture.

This study has attempted to identify areas sensitive to development, and from the resulting findings to develop a set of guidelines for possible future development along the mountain slopes of the Boland. The study area includes only a part of the Boland mountains, namely the Stellenbosch and Hottentotsholland mountains, but can serve as a pilot area for other regions in the Boland possibly plagued by the same problems.

Analyses were primarily undertaken by means of GIS software such as inter alia *Unix Arc/Info* and *ArcView 3.1*. Various remote sensing techniques were also used to interpret and analyse Landsat TM satellite imagery. For these analyses the image processing program *Idrisi for Windows* was mainly used.

Because the study concentrates on agricultural development, certain criteria such as the erodibility of soil types and the gradient had to be taken into account in the identification of sensitive areas. With regard to gradient data, the use of a "Digital elevation model" (DEM) was of cardinal importance. Other types of development (buildings and structures, as well as forestry) were also analysed to establish firstly where these developments occur; and secondly whether they occur in sensitive areas as far as the height and gradient of slopes are concerned. Because of the subjectivity that exists with regard to the visual impact of these developments, it is difficult to determine what developments on high mountain slopes are aesthetically acceptable and what are not.

According to the Act on Agriculture no. 9238 of 1984, slopes with a greater than 20% gradient may not be ploughed without special permission. Against this background the most important result of the analyses undertaken in this study, was the identification of agricultural areas sensitive to erosion. Finally, guidelines are suggested that can be applied to possible future developments on the mountain slopes of the Boland.

Bedankings

Ek wil graag die volgende persone en instansies bedank vir hulle hulp en bystand:

Mnr. A. van Niekerk (Studieleier)

Mnr. B.H.A. Schloms (Studieleier)

Dr. J.H. van der Merwe

Prof. H.L. Zietsman

Mnr. C. Burgers

Mnr. G. Gerber

Mnr. R. Taljaard

Mnr. T. Greeff

Mev. J. Steel

Pieta Swanepoel

Emile de Wit

Jenny McKechnie

Anena Spies

Ronel Spies

Elsa Beaumont

My ouers: Ivan en Jeanne James

Elsenburg Landboukollege

Kaapse Natuurbewaring

Sentrum vir Geografiese Analise (Universiteit van Stellenbosch)

WNK (Watervorsingskommissie)

Figure

Figuur 1. Landbou-ontwikkeling teen die westelike hellings van Simonsberg	6
Figuur 2. Studiegebied	12
Figuur 3. Grondgebruik in die studiegebied	17
Figuur 4. Ontwikkeling in die studiegebied	21
Figuur 5. Bosbouplantasies aan die oostelike berghellings van die Jonkershoekvallei	22
Figuur 6. Geboue en strukture in die studiegebied	24
Figuur 7. Navorsingstruktuur	25
Figuur 8. Kartografiese voorstelling van digitale hoogtedata	27
Figuur 9. Stedelike ontwikkeling aan die westelike hellings van Stellenboschberg	28
Figuur 10. Grondtipes in die studiegebied	30
Figuur 11. Erodeerbaarheid van grondtipes	34
Figuur 12. 'n Bekende gebou teen die westelike hang van Botmaskop	36
Figuur 13. Tegniese metodologie	38
Figuur 14. Ruimtelike verspreiding van bewerkte areas volgens gradiëntklas	42
Figuur 15. Bewerkte areas op verskillende hellings aan die oostelike hellings van Simonsberg	43
Figuur 16. Bewerkte areas aan die oostelike hellings van Simonsberg (Oostelike aansig)	44
Figuur 17. Die 20-40%- gradiëntklas: Oostelike hellings van Simonsberg	45
Figuur 18. Bewerkte areas op verskillende hellings aan die westelike hang van Botmaskop	46
Figuur 19. Bewerkte areas aan die westelike hang van Botmaskop (Oostelike aansig)	47
Figuur 20. Bewerkte areas aan die westelike hang van Botmaskop (Westelike aansig)	47
Figuur 21. Die 20-40%- gradiëntklas: Westelike hang van Botmaskop	49
Figuur 22. Bewerkte areas aan die noordwestelike hellings van Helderberg (Noordwestelike aansig)	50
Figuur 23. Bewerkte areas op verskillende hellings aan die noordwestelike hellings van Helderberg	51
Figuur 24. Die 20-40%- gradiëntklas: Noordwestelike hellings van Helderberg	52
Figuur 25. Die 20-40%- gradiëntklas: Areas sensitief vir toekomstige landbou-ontwikkeling	53
Figuur 26. Bewerkte areas op gradiënte groter as 20% in verhouding tot die erodeerbaarheid van die grondtipes	55
Figuur 27. Die 260m- kontoerlyn as maksimum voorgestelde hoogte vir grondbewerking	56
Figuur 28. Die verhouding tussen die 260m- kontoerlyn en die maksimum gradiënt vir grondbewerking	57
Figuur 29. Bosbouplantasies in verhouding tot die gradiënt waarop dit voorkom	60
Figuur 30. Bosboupaai in die Jonkershoekvallei	61
Figuur 31. Geboue en strukture wat bo die 260m- kontoerlyn voorkom	64
Figuur 32. Stedelike gebied wat bo die 260m- kontoerlyn voorkom	66
Figuur 33. Geboue en strukture op 'n gradiënt steiler as 20%	67
Figuur 34. Stedelike gebied op 'n gradiënt steiler as 20%	68

Tabelle

Tabel 1. Die hoeveelheid bergfynbos onder bewaring in verhouding tot ander plantegroeitipes in die fynbosbloom (Wes-Kaap)	7
Tabel 2. Skaars fynbosspesies in die studiegebied	19
Tabel 3. Erodeerbaarheid van grondtipes	33
Tabel 4. Bewerkte oppervlakte per gradiëntklas	41
Tabel 5. Riglyne vir ontwikkeling in die studiegebied asook die res van die Boland	71

Inhoudsopgawe

Verklaring	i
Opsomming	ii
Summary	iii
Bedankings	iv
Figure	v
Tabelle	vi
Inhoudsopgawe	vii
1. Die historiese stryd tussen bewaring en ontwikkeling	1
1.1 Onderzoekprobleem: Die identifisering van ontwikkelings sensitiewe areas teen berghellings van die Stellenbosch- en Hottentotshollandberge	5
1.2 Doelstellings	10
1.3 Studiegebied	11
1.4 Metodologie: Data-insameling en verwerking	13
1.5 Klassifikasie en interpretasie van satellietdata	14
1.5.1 Natuurlike plantegroei	18
1.5.2 Landbou	20
1.5.3 Bosbou	22
1.5.4 Geboue en strukture (Stedelike ontwikkeling)	23
1.6 Navorsingsraamwerk	25
2. Stellenbosch- en Hottentotshollandberge: Ruimtelike inligting	26
2.1 Hoogte	27
2.2 Grondtipes op die berghellings van die studiegebied	29
3. Faktore wat 'n rol speel in die identifisering van ontwikkelings sensitiewe areas	31
3.1 Gradiënt en erodeerbaarheid van grondtipes	31
3.2 Visuele impak van ontwikkelings	35
3.3 Verlies van natuurlike plantegroei	36
4. Tegniese metodologie	37
5. Ontwikkelings sensitiewe areas	40
5.1 Landbou	41
5.2 Bosbou	58
5.3 Geboue en strukture (Stedelike ontwikkeling)	63
6. Sintese	69
7. Slot	71
8. Literatuurlys	73

1 DIE HISTORIESE STRYD TUSSEN BEWARING EN ONTWIKKELING

Fossielbewyse van die spesie, *homo sapiens sapiens*, dui daarop dat die moderne mens al vir ongeveer 40,000 jaar bestaan. Gedurende die eerste 30,000 jaar van hierdie tydperk het die mens hoofsaaklik gebruik gemaak van nomadiese jag-en-versamel-tegnieke as 'n produksiewyse (Cox, 1987: 36). In die laaste 10,000 jaar was daar twee kulturele veranderinge wat ingetree het. Die eerste was die landbouewolusie, wat ongeveer 10,000 tot 12,000 jaar gelede sy ontstaan gehad het, en die tweede was die Industriële Rewolusie sowat 250 jaar gelede. Hierdie kulturele rewolusies het aan die mens aansienlik meer energie en nuwe tegnologieë verskaf wat dit moontlik gemaak het om groter dele van die aarde te benut om sodoende in die basiese behoeftes, asook 'n toenemende begeerte na materiële behoeftes, te voorsien.

Die landbouewolusie era het die geleidelike verskuiwing van 'n nomadiese leefwyse tot gevestigde landbougemeenskappe tot gevolg gehad. Om te oorleef, is daar naby aan die woonplek met gedomestiseerde wilde diere geboer en wilde plante is verbou. Die groeiende bevolking van hierdie beskawings het gelei tot 'n behoefte aan meer voedsel- en energiebronne. Om in hierdie behoeftes te voorsien, is groot dele van woude uitgekap en groot areas graslande omgeploeg. Hierdie ekstensiewe "grondskoonmaakproses" het die habitate van vele plant- en dierespesies versteur en in sommige gevalle uitwissing tot gevolg gehad. Baie van hierdie skoongemaakte areas is swak bestuur. Dit het gelei tot gronderosie, versouting van besproeide gronde en oorbenuiting van graslande deur veral grootvee.

Die klemverskuiwing wat landbou as produksiewyse teweeg gebring het, het 'n al hoe groter persentasie van die wêreld se bevolking van jagters en versamelaars *in die natuur* na boere en stedelike bewoners *teen die natuur*

verander. Die mens se rol was daarop gemik om die natuur te beheer asook om rykdom en mag te verkry deur oor ander mense te heers.

Die mens se keuse om grond te bewerk, het oor die algemeen gelei tot ontwikkeling van stede, oorloë, oorbevolking en omgewingsdegradasie. Analiste is van mening dat hierdie kulturele verandering ten opsigte van die mens se siening van sy verhouding tot die natuur en sy medemens, die hooforsaak is van die hulpbron- en omgewingsprobleme van vandag (Miller, 1992: 36).

Die volgende groot kulturele verandering, naamlik die Industriële Rewolusie, het in die middel van die agtiende eeu in Engeland begin en het gedurende die neëntiende eeu na die Verenigde State van Amerika versprei. Die Industriële Rewolusie het as gevolg van 'n skaarsheid aan hulpbronne in Engeland ontstaan. Die mens het steenkoolafsettings begin gebruik as 'n alternatief tot hout. Die beskikbaarheid van steenkool het gelei tot die groter gebruik van steenkoolaangedrewe stoomenjins en meganisering om byvoorbeeld water te pomp en om ander take te verrig.

Die verskeidenheid nuwe masjiene wat uitgevind is, is aanvanklik deur steenkool en later deur fossielbrandstowwe en natuurlike gas aangedryf. Die Industriële Rewolusie het dus tot gevolg gehad dat daar 'n klemverskuiwing plaasgevind het vanaf die afhanklikheid van hernubare hout en hidro- energie as hoofbronne van energie, tot 'n afhanklikheid van nie-hernubare fossielbrandstowwe. Op sy beurt het hierdie nuwe brandstowwe en masjinerie 'n verandering van die plaaslike kleinskaalproduksie van handgemaakte goedere tot grootskaalse produksie van goedere deur masjiene in gesentraliseerde fabriek te weeggebring.

Saam met die vele voordele wat hierdie rewolusie vir die mens ingehou het, het die totstandkoming van geïndustrialiseerde gemeenskappe daartoe bygedra dat baie bestaande hulpbron- en omgewingsprobleme vererger het en ook nuwes geskep is. Die hoof faktor wat vir die vinnige ekonomiese groei en die gepaardgaande omgewingsprobleme verantwoordelik is, is die gebruik

van fossielbrandstowwe wat industrialisasie, moderne landbou en verstedeliking onderhou. Industrialisasie het grootliks bygedra tot die siening dat die mens daar is om die natuur te oorwin - 'n wêreldsiening wat begin het met die ontstaan van landbou. Baie analiste glo dat terwyl hierdie wêreldsiening gehuldig word, die mens sal aanhou om die aarde se lewensonderhoudingsstelsel te misbruik (Miller, 1992: 36 - 38).

In die verlede was daar onder Westerse filosowe ook 'n tradisie om die gemeenskap en die omgewing apart te beskou. Hierdie dualistiese benadering het sy oorsprong in die werk van Strabo (64VC - 20NC), wie se werkstuk *Geographica* mense en plekke skei. Die tradisie is voortgesit deur filosowe soos Bacon (1561-1626), Varenius (1622 -1650) en Kant (1724 - 1804) wat geargumenteer het dat die mens die vermoë en die reg het om mag af te dwing op die natuurlike omgewing en dat ander spesies nie hierdie vermoë het nie (Mannion & Bowlby, 1992: 3).

Die manier waarop die mens oor die omgewing, ekonomiese ontwikkeling en die verhouding tussen hierdie twee konsepte dink, het dramaties verander. Voor die 1970's is natuurlike hulpbronne as onuitputbaar gesien en is ontwikkeling slegs as ekonomiese groei beskou (Mannion & Bowlby, 1992: 21). Aan die einde van die 1980's het daar 'n radikale verandering ingetree weens die bekommernisse wat op globale vlak oor die omgewing ontstaan het. Die omgewingsimpakte van hulpbroneksplatering en die verhouding tussen die omgewing en die ekonomie is toenemend onder die soeklig geplaas. Hierdie nuwe siening ten opsigte van die verhouding tussen die omgewing en sogenaamde ekonomiese vooruitgang, het aanleiding gegee tot die nuwe benadering van volhoubare ontwikkeling (Korten, 1992: 10).

Die konsep van volhoubare ontwikkeling het gedurende die laat 1980's ontwikkel as 'n samesnoering tussen die omgewing, ekonomiese ontwikkeling en lewenskwaliteit. As ideologie word volhoubare ontwikkeling egter maklik misbruik. Ontwikkelingsbeleid, wat nie noodwendig volhoubaar of ontwikkelend is nie, word dikwels geregverdig deur na hierdie term te verwys. Beide die ontwikkelaar en die omgewingsbewuste kan byvoorbeeld

volhoubare ontwikkeling gebruik as middel om hulle eie argumente en doelwitte te ondersteun (Reid, 1995: 17).

Die konsep van volhoubare ontwikkeling is die eerste keer in die *World Conservation Strategy* van die *International Union for the Conservation of Nature* (IUCN) gebruik (Reid, 1995: 1). Hierdie eerste formulering het volhoubaarheid in ekologiese terme beklemtoon en ekonomiese ontwikkeling is glad nie hierby geïnkorporeer nie. In die argumente is klem gelê op drie prioriteite wat in ontwikkelingsbeleid ingebou moes word, naamlik die behoud van ekologiese prosesse, die volhoubare gebruik van hulpbronne, en die behoud van genetiese diversiteit. Die klem is geplaas op die omgewing in sy huidige toestand, en volhoubare ontwikkeling is gesien as 'n teen-ontwikkelingstrategie. Die verhouding tussen die ekonomie en die omgewing is bloot beskou as die impak wat die mens op die omgewing het. Die indruk is geskep dat enige menslike impak negatief is. As gevolg hiervan is daar gekonsentreer op die simptome van omgewingsdegradasie eerder as die oorsake daarvan (Mannion & Bowlby, 1992: 24).

Hierdie tekort aan insig wat betref die verhouding tussen die ekonomie en die omgewing, het gelei tot die herformulering van die konsep van volhoubare ontwikkeling. Dit het gelei tot die byeenroep van die *World Commission on Environment and Development*, beter bekend as die *Brundtland Commission*. Dié kommissie het studies onderneem wat gelei het tot die publiserings van *Our Common Future* (Brundtland Verslag) in 1987 en het die fondament vir alle toekomstige besprekings oor volhoubare ontwikkeling gelê (Korten, 1992: 11).

Daar bestaan tans verskeie definisies van volhoubare ontwikkeling, maar basies behels dit die voorsiening in die behoeftes van die huidige geslag sonder om die behoeftes van toekomstige geslagte uit die oog te verloor. Implisiet in hierdie omskrywing is die feit dat toekomstige ekonomiese groei en lewenskwaliteit krities afhanklik is van die kwaliteit van die omgewing (Todaro, 1995: 327).

Die stryd tussen omgewingsbewaring en ekonomiese ontwikkeling word in talle literatuurbronne bespreek. In hierdie verband kan daar verwys word na die Rio-beraad van die *United Nations Conference on Environment and Development* (UNCED) in Rio de Janeiro in 1992 wat in publikasies soos dié van Price & Heywood (1994) en Reid (1995) bespreek word. By hierdie beraad is klem gelê op die sogenaamde Agenda 21 wat die verskillende areas van internasionale samewerking om omgewingsvolhoubare groei en ontwikkeling te bevorder, uitgelig het (Todaro, 1995: 661). Vanuit die literatuur is dit duidelik dat die konsep van volhoubare ontwikkeling nie die stryd tussen bewaring en ontwikkeling probeer oplos deur kant te kies nie. Daar is eerder tot die slotsom gekom dat die omgewing en ontwikkeling vandag interafhanklik is van mekaar om 'n volhoubare toekoms vir die mens en die omgewing te verseker - 'n waarheid wat nie geïgnoreer kan word nie.

1.1 ONDERSOEKPROBLEEM: DIE IDENTIFISERING VAN ONTWIKKELINGSSENSITIEWE AREAS TEEN BERGHELLINGS VAN DIE STELLENBOSCH- EN HOTTENTOTSHOLLANDBERGE

Berge kom regoor die wêreld in 'n wye verskeidenheid van uiterste omgewings voor: van warm tot koud, nat tot droog, en vanaf seevlak tot 8848m bo seevlak op Berg Everest. Dié verskille, saam met veranderinge oor tyd in die fisiese, biologiese en sosiale sisteme in bergomgewings, bied groot uitdagings aan die geograaf (Price & Heywood, 1994: 1). Die Bolandse berge in die Wes-Kaap is geen uitsondering in hierdie verband nie.

Ontwikkeling (landbou-, bosbou- sowel as die oprig van geboue en ander strukture) teen steil berghellings in die streek bekend as die Boland is tans 'n bron van kommer (Burgers, 1998). Figuur 1 illustreer voorbeelde van landbou-ontwikkeling teen die suidwestelike hellings van Simonsberg.



Figuur 1 Landbou-ontwikkeling teen die westelike hellings van Simonsberg

Ontwikkeling teen steil berghange kan ongewens wees weens estetiese oorwegings sowel as omgewingskade wat daaruit kan voortspruit. In laasgenoemde verband verwys omgewingskade na die vernietiging van die natuurlike plantegroei (fynbos) en moontlike versnelde gronderosie. Gronderosie is ook uit 'n landboukundige oogpunt 'n negatiewe konsep. Vanuit hierdie perspektief kan die wenslikheid en volhoubaarheid van ontwikkelings teen steil hange dus bevraagteken word.

Daar bestaan tans riglyne ten opsigte van geskikte gradiënte waarteen hellings geploeg mag word (Wet op Landbou No.9238 van 1984). Geen riglyne bestaan vir die maksimum hoogtes (kontoerlyn) tot waar teen berghellings geploeg mag word nie. In hierdie verband kan ontwikkelings 'n estetiese impak hê as gevolg van die sigbaarheid daarvan vanaf die omliggende omgewing.

Ongeveer 5% van die Wes-Kaap se oppervlakte word tans bewaar. Sowat 88 % van die fynbosbiom onder bewaring in die Wes-Kaap word deur bergfynbos beslaan wat bevestig dat meeste bewaringsareas in berggebiede voorkom (kyk Tabel 1). Alhoewel die meeste natuurreservate wat fynbos bewaar in berggebiede gesentreer is, kom daar nog steeds bergfynbos teen die laerliggende hellings voor wat nie in reservate beskerm word nie. Hierby moet in ag geneem word dat die meeste laerliggende areas reeds in landbou-areas omskep is. Die gevaar is dat natuurlike gebiede buite reservate al hoe minder raak en skaars spesies so die gevaar staan om bedreig en selfs uitgewis te word (Burgers,1998).

Tabel 1 Die hoeveelheid bergfynbos onder bewaring in verhouding tot ander plantegroei-tipes in die fynbosbiom (Wes-kaap)

PLANTEGROEITYPE (Fynbosbiom)	BEWAARDE AREA (km²)	% VAN TOTAAL
Bergfynbos	5298.67	88.28
Sentrale bergrenosterveld	249.46	4.16
Kalksteenfynbos	238.25	3.97
Suid- en Suidwes-Kaap renosterveld	182.81	3.05
Wes-Kaap renosterveld	25.33	0.42
Sandvlakte fynbos	7.43	0.12
TOTAAL:	6001.95	100
Ander biome	597.12	#
Totale oppervlakte onder bewaring	6599.07	5.09
Totale oppervlakte *	129754.3	#

* Die totale oppervlakte van die Wes-Kaap sluit areas in wat deur indringerplante, stedelike en landbou- ontwikkeling beslaan word

In die Suidwes-Kaap is 65% van die oorspronklike fynbos reeds vernietig en sowat 1300 plantspesies word tans bedreig (Kotzé,1992:439). Volgens Giliomee (1991:227) loop 255 van die 6000 spesies die gevaar om uit te sterf - 'n lot wat alreeds 25 bekende plantspesies getref het. Die twee grootste oorsake vir die uitwissing van fynbos is grondbewerking en verstedeliking aangesien dit die landskap in klein lappies natuurlike veld omskep (Giliomee,1991:227). Volgens Kotzé (1992 : 439) beteken die vernietiging van fynbos nie net bloot dat plante uigewis word nie, maar ander aspekte van die ekologie word ook beïnvloed. McDowell (1987:29) wys daarop dat selfs wanneer in sekere gevalle slegs 'n paar hektaar natuurlike veld in bewerkte grond omskep word, dit die oorlewingskanse van skaars spesies fauna en

flora kan belemmer. Vyf-en-veertig van die honderd-vier-en-twintig skaars en bedreigde spesies van die proteafamilie sal uitgewis word indien die huidige tempo van uitbreiding van bewerkte grond sonder monitering voortduur.

Miller (1992:412) verwys na bepaalde redes waarom wilde plant- en dierspesies bewaar moet word. Dit sluit in die ekonomiese, mediese, estetiese, rekreatiewe, wetenskaplike en ekologiese belangrikheid van talle spesies. Al hierdie redes is egter mens-gesentreerd (antroposentrië) en fokus op die nut wat dit vir die mens inhou. In die geval van fynbos kan 'n mens argumenteer dat talle spesies van nut is vir die mens, byvoorbeeld vir medisinale gebruik. Miller (1992:412) beklemtoon egter die etiese verantwoordelikheid van die mens om spesies te bewaar. Volgens die biosentriëse wêreldsiening het elke wilde spesie, net soos enige ander spesie, 'n inherente reg om te bestaan of ten minste die reg om te sukkel om te bestaan.

'n Groot probleem met bewaring in die algemeen, en spesifiek dié van plantspesies, is die administrasie van wetgewing. Selfs al word 'n plantspesie deur middel van die verskillende natuurbewaring-ordonansies in Suid-Afrika beskerm, mag 'n grondeienaar in die meeste gevalle steeds daardie plantspesie vernietig indien hy/sy die grond vir landboudoeleindes wil bewerk. Alhoewel die Minister van Landbou in terme van die Bewaring van Landbou Hulpbronne Wet die reg het om beheer uit te oefen op sulke aksies, is dit onwaarskynlik dat die belange van bewaring voorkeur sal geniet bo die belange van landbou. Suid-Afrikaanse wetgewing vir die bewaring van plantlewe is in die algemeen gebrekkig en in die meeste gevalle is die toepassing van hierdie wetgewing onvoldoende (Fuggle & Rabie, 1992: 242).

Die moontlikheid van omgewingsdegradasie wat weens erosie vererger word deur die bewerking van grond teen berghellings in die Boland, is ook groot (Burgers, 1998). Landbou-ontwikkeling teen steil berghellings is 'n probleem aangesien die gradiënt die mate van sedimentverplasing kan verhoog en bogrond met 'n hoë landboupotensiaal kan verwyder (Mannion & Bowlby, 1992: 232). Die wet op Landbou no. 9238 van 1984 spesifiseer dat

grondbewerking nie 'n maksimum gradiënt van 20 % mag oorskry nie. Wat die oprig van geboue en strukture en bosbou- ontwikkeling betref, is daar tans geen riglyne rakende die maksimum hoogte bo seevlak of gradiënt vir ontwikkeling teen berghellings nie (Burgers, 1998).

Die oorkoepelende probleem wat uit bogenoemde geïdentifiseer kan word, is dat daar tans geen algemeen aanvaarde norme bestaan vir ontwikkelings teen die hellings van die Bolandse berge nie en dat daar moontlik as gevolg hiervan reeds ongewenste ontwikkelings plaasgevind het. Vermoedelik word die riglyne wat vir die bewerking van grond teen berghellings gestel is, dikwels geïgnoreer. Die aanname kan dus gemaak word dat hierdie ekologies-sensitiewe areas moontlik in die toekoms onder groot druk geplaas kan word.

Hierdie studie sal poog om areas teen die hellings van die Stellenbosch- en Hottentotshollandberge te identifiseer waar ongewenste ontwikkelings moontlik reeds plaasgevind het. Dit sal gedoen word deur geografiese inligtingstelsels (GIS) en satelliet- afstandswaarnemingstegnieke aan te wend. Ontwikkelings sensitiewe areas sal op grond van gradiënt en grondtipes teen hellings geïdentifiseer word. Daarbenewens sal gepoog word om geskikte riglyne voor te stel vir die tipes ontwikkelings waarvoor tans geen riglyne bestaan nie.

GIS is in vergelyking met ander fisies geografiese omgewings, nog baie min in bergagtige gebiede toegepas (Price & Heywood, 1994: 12). In hierdie verband verwys Ives (in Price & Heywood, 1994: 13) na die algemene naïwiteit wat oor die bestuur van bergekossisteme bestaan. Berge word deur die meeste mense beskou as afgesonderde, bestendige gebiede wat nie soos die meer digbevolkte dele van die mens se globale leefruimte, deur omgewingsuitdagings geteister word nie. Om hierdie rede geniet die befondsing vir die ontwikkeling van toepaslike strategieë om die gebruik en bestuur van hierdie gebiede te verbeter, dikwels 'n lae prioriteit.

In die afgelope paar jaar het die groeiende kommer oor die omgewingsdegradasie van berg-ekosisteme egter wel op 'n globale vlak

toegeneem en opspraak begin maak in omgewings- en politieke agendas. 'n Voorbeeld hiervan was die formulering van 'n agenda betreffende berggebiede (*Mountain Agenda*) vir die UNCED in Rio de Janeiro in Junie 1992. Dié agenda het die volgende doelwitte :

- ❑ om gesaghebbende uitsprake te lewer oor die omgewingstoestand en ontwikkelingspotensiaal van die wêreld se berggebiede te kan maak;
- ❑ om hierdie informasie so wyd as moontlik te versprei;
- ❑ om die prioriteit ten opsigte van probleme betreffende berggebiede bekend te stel; en
- ❑ om riglyne daar te stel vir 'n praktiese oplossing van die probleme en uitdagings van berggebiede, sodat wêreldleiers dit kan oorweeg.

Al hierdie breë doelwitte verg die inwin van informasie soos deur Hoofstuk 13 van Agenda 21 voorgestel word. Tans bestaan die nodige inligting dikwels nie, of die dekking van die informasie is onvoldoende (Messerli & Ives, 1997: 447). In die lig hiervan kan die agenda betreffende berggebiede dien as 'n uitstekende basis om die argument te steun dat GIS meer toegepas moet word om te help met die bestuur van bergomgewings (Price & Heywood, 1994: 3). Teen hierdie agtergrond is dit duidelik dat 'n studie wat inligting oor die Bolandse bergomgewings sal verskaf, 'n beduidende bydrae tot beter streeksomgewingsbeplanning sal lewer.

1.2 DOELSTELLINGS

Die algemene doel van hierdie studie is om ontwikkelings sensitiewe areas teen die hellings van die Stellenbosch- en Hottentotshollandberge te identifiseer. Om hierdie doelwit te bereik, kan die volgende spesifieke doelwitte geïdentifiseer word:

1. **om deur middel van afstandswaarneming te bepaal watter areas tans in die studiegebied bewerk is;**
2. **om gebiede te identifiseer waar riglyne ten opsigte van gradiënt en grondbewerking, tans oorskry word;**
3. **om die maksimum hoogte te bepaal waarteen ontwikkelings in die studiegebied toegelaat moet word;**
4. **om 'n stel riglyne vir toekomstige ontwikkeling op die berghellings in die Boland voor te stel.**

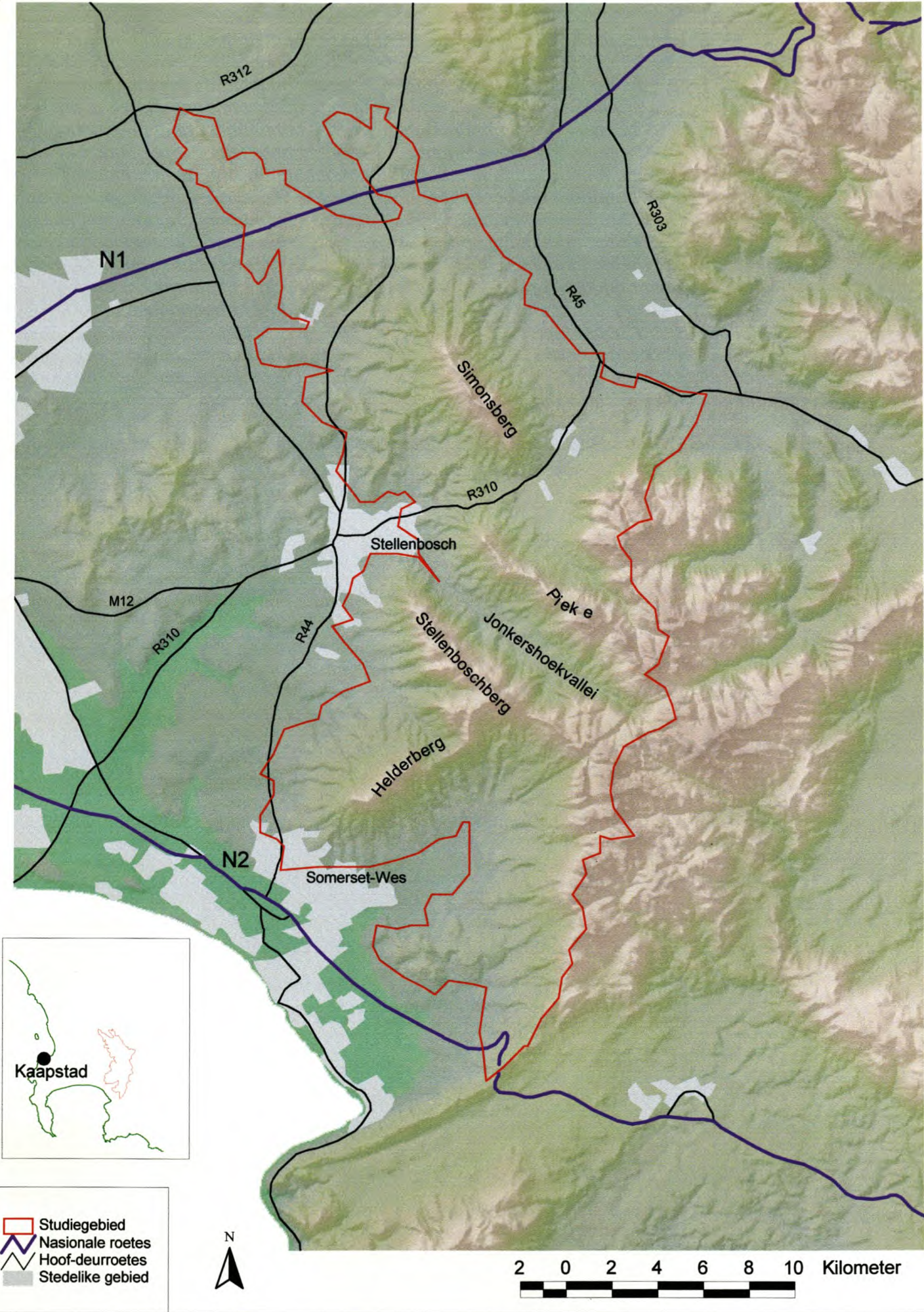
1.3 STUDIEGEBIED

Wat die ruimtelike omvang van die studiegebied betref, sou dit die ideaal wees om die hele Boland in ag te neem. Weens tydsfaktore asook databeskikbaarheid is daar vir die doeleindes van dié studie besluit om op 'n kleiner area te fokus.

Die studiegebied is afgebaken as die berghellings van die Stellenbosch- en Hottentotshollandberge. Dit sluit die berghellings van Simonsberg, Stellenboschberg, die Jonkershoekkom en die Helderbergkom in. Figuur 2 toon die ligging van hierdie gebied. 'n Studie van dié area kan dien as loodsgebied vir die ontwikkeling van riglyne vir die res van die Boland, asook vir ander soortgelyke streke in Suid-Afrika.

Daar is besluit om die 180 m- kontoerlyn as westelike grens te neem. Daar is gevind dat dié grens voldoende is om die beginsel van die identifisering van ontwikkelings sensitiewe areas te demonstreer.

Wat die oostelike grens betref, is daar besluit op 'n grens wat min of meer saamval met die 19° O lengtelyn, waar databeskikbaarheid opdroog. Die waterskeiding van die Hottentotsholland- en Groot Drakensteinberge is as oostelike grens gebruik (kyk Figuur 2).



Figuur 2 Studiegebied

1.4 METODOLOGIE: DATA-INSAMELING EN VERWERKING

Om die doelstellings van die studie te bereik, moes die benodigde data eerstens geïdentifiseer word, en tweedens moes die beskikbaarheid daarvan bepaal word. Die meeste van die data was beskikbaar by die Sentrum vir Geografiese Analise (SGA), Universiteit van Stellenbosch (US). Dit sluit in grondtipe data, hoogte- en hellingdata en Landsat TM- satellietbeelde vir grondgebruikidentifisering. Omdat die bestaande data in verskillende formate en projeksies was, is die datastelle na die Gauss-konforme- projeksie met die 19° O lengtelyn as sentrale meridiaan (WGS 84 datum) omgeskakel.

'n Geskikte grondtipe kaart op skaal (1:50000) is van die Departement Geografie en Omgewingstudie (US) verkry. Hierdie datastel dek die area vanaf Simonsberg tot Gordonsbaai (met oostelike grens op 19° O) asook die grootste gedeelte van die Kaapse Vlakte. Ongelukkig het dit nie die oostelike gedeelte asook sekere areas in die noorde van die studiegebied gedek nie. Addisionele digitale gronddata is van die Hulpbronaafdeling van Elsenburg landboukollege verkry om hierdie leemte te vul. Gronddata is na roosterformaat omgeskakel om met Landsat TM- data en die DEM (*Digitale elevasie model*) versoenbaar te wees. Die meeste analyses is gedoen deur van die beeldverwerkingsprogram *Idrisi for Windows* gebruik te maak.

Die benodigde gradiënt en hoogtedata is in die vorm van 'n DEM (*Digitale elevasie model*) wat die studiegebied dek van die SGA verkry. Ook hier is dit deur die Sentrum vir Geografiese analise (US) verskaf. Om datastelle met mekaar te vergelyk, was dit nodig om alle roosteroorlegte na dieselfde resolusie om te skakel. 'n Selgrootte van 30m is deurgaans as standaard gebruik aangesien dit met die Landsat TM- satellietdata ooreenstem. Deur middel van die DEM is gradiënte bereken en in drie gradiëntklasse ingedeel, naamlik 1-6%, 6-20% en >20%.

Vir die doel van grondgebruiksklassifikasie is Landsat TM- satellietbeelde van die SGA en Kaapse Natuurbewaring verkry. Grondgebruikstipes, naamlik bewerkte grond, natuurlike veld en stedelike gebied, is deur middel van

digitale klassifikasietegnieke op die satellietbeelde geïdentifiseer. Hierdie tegnieke word in afdeling 1.5 in meer detail bespreek. Lugfoto's op skaal 1:30000 is gebruik om losstaande geboue en strukture te identifiseer. Dit het ook as hulpmiddel gedien om bewerkte grond deur middel van Landsat TM-satellietdata te identifiseer. Addisionele data oor skaars fynbosspesies is van Kaapse Natuurbewaring verkry.

1.5 KLASSIFIKASIE EN INTERPRETASIE VAN SATELLIETDATA

Afstandswaarneming kan beskryf word as die proses waarmee inligting van 'n voorwerp of area verkry word sonder dat daar kontak daarmee gemaak word. Teen die agtergrond van hierdie wye definisie het die konsep van afstandswaarneming meer sinoniem geraak met die meting van interaksies tussen die aarde se oppervlakbedekking en elektromagnetiese stralingsenergie deur middel van satelliettegnologie en lugfoto's (Eastman, 1997: 16).

'n Satellietbeeld kan beskryf word as 'n beeld van die aardoppervlak geneem (afgetas) vanuit 'n satelliet. Sensors wat gemonteer is op die satelliet meet die intensiteit van elektromagnetiese energie in verskillende areas van die elektromagnetiese spektrum (Eastman, 1997: 2). Deur hierdie intensiteite te bestudeer, kan inligting oor die objekte of verskynsels op die aardoppervlakte verkry word. Om nuttige sinvolle inligting van die aardoppervlak te verkry, is dit nodig om beeldklassifikasie op satellietbeelde uit te voer. Campbell (1998: 313) omskryf digitale beeldklassifikasie as die samevoeging van verskillende beeldselle met dieselfde stralingskenmerke in klasse. Hierdie klasse vorm areas op 'n beeld, en deur 'n kleur aan elke klas toe te wys, kan 'n grondbedekkingskaart saamgestel word.

Daar is basies twee benaderings tot beeldklassifikasie, naamlik gerigte en nie-gerigte klassifikasie. In die geval van gerigte klassifikasie word spesifieke voorafbepaalde grondbedekkings gespesifiseer. Dit is die proses waar beeldselle wat reeds in informasielasse gegroepeer is, gebruik word om ongeklassifiseerde beeldselle in informasielasse in te deel. Die analis skep sogenaamde opleidingsareas (*training fields*) deur areas waarvan die identiteit

bekend is, op 'n beeld te identifiseer. Gewoonlik sal die areas eers besoek word of kaarte en lugfotos van die toetsareas bestudeer word om die grondgebruike in die area te bepaal. Opleidingsareas verteenwoordig die spektrale eienskappe van beeldselle wat geassosieer word met 'n spesifieke grondgebruik (Campbell, 1998:329). Hierdie informasie vorm die basis vir die klassifikasie van beeldselle vir die res van die beeld. Swak keuses en onakkurate identifisering van grondbedekkings in opleidingsareas sal die resultate van beeldklassifikasie verswak (Vlok & Zietsman, 1993:25).

Nie-gerigte klassifikasies verg geen voorafgaande informasie oor die klasse (grondbedekkings) wat benodig word nie. Die beeld word outomaties in spektrale groepe of *clusters* ingedeel nadat die analis die verlangde hoeveelheid klasse gespesifiseer het. Die analis kan hierdie groeperinge as bepaalde grondbedekkings identifiseer deur veldwerk te doen of lugfotos en kaarte te raadpleeg (Eastman, 1997:17). Dit is belangrik om daarop te let dat die groepe wat deur 'n nie-gerigte klassifikasie geskep word spektrale klasse en nie informasielasse is nie. Beeldselle met dieselfde spektrale refleksie word dus slegs saamgegroepeer in spektrale klasse. Dit is dus dikwels nodig dat die analis hierdie spektrale klasse moet herklassifiseer om informasielasse te vorm (Eastman 1997: 18).

Vir die grondbedekkingsklassifikasie in hierdie studie is twintig spektrale klasse deur middel van die *Isoclust* module van die afstandswaarnemingspakket, *Idrisi for Windows* geskep. 'n 1992 en 1996 Landsat TM- beeld is gebruik om 'n nie-gerigte klassifikasie op uit te voer. Met behulp van lugfotos en veldkontrole is hierdie klasse selektief deur die *reclass*- module saamgegroepeer om sodoende informasielasse (grondgebruike) te vorm.

Figuur 3 stel die omvang van bewerkte areas, boombedekking, stedelike ontwikkeling en natuurlike veld teen 1996 in die studiegebied ruimtelik voor. Die keuse van spektraalbande is in die klassifikasieprosesproses van kardinale belang. Die Landsat TM sensor produseer 'n stel multi-spektrale beelde in sewe afsonderlike bande waarvan bande 1 tot 5 en 7 'n resolusie

van 30m X 30m het. Band 6 het 'n resolusie van 120m X 120m. Elke band tas die aardoppervlak af deur middel van spesifieke golflengtes in die elektromagnetiese spektrum. 'n Spektrale band is sinoniem met 'n kleur in die visuele spektrum. Die bande wat die meeste inligting oor die natuurlike omgewing aftas, is naby-infrarooi (Band 4) en rooi (Band 3). Plantspesies kan byvoorbeeld die doeltreffendste deur infrarooi golflengtes onderskei word. Die rooi subspektrum word dikwels vir die identifisering van plantegroei gebruik aangesien rooi lig in fotosintese gebruik word om chlorofil te produseer. Die blou-groen subspektrum (Band 1) kan gebruik word om tussen naald- en bladwisselende bome te onderskei terwyl die middel-infrarooi subspektrum (Band 5) 'n indikasie kan gee van die voginhoud van plante. Die middel-infrarooi subspektrum (Band 7) is sensitief vir hidrotermiese verskille op oop rotsoppervlaktes en word dus dikwels in die geologie aangewend. (Campbell, 1998: 174). Ver infrarooi (Band 6) meet "hitte" of "termiese energie" wat deur die aardoppervlak uitgestraal, word ook dikwels in geologiese opnames gebruik (Campbell, 1998: 27).

Die analis moet genoegsame kennis dra van die eienskappe van verskillende Landsat- TM bande vir die doel waarvoor dit aangewend word. Weens die diversiteit van grondgebruike in die studiegebied is besluit om bande 1 tot 5 en 7 in die klassifikasieproses te gebruik. Band 6 (termiese infrarooi) is nie geïnkorporeer in die klassifikasieproses nie, omdat dié band 'n lae resolusie het (120m X120m) en, termiese straling sou nie noemenswaardig tot die identifisering van grondgebruike in die studiegebied bydra nie.

Skaduwees wat deur berghange gevorm word, het die klassifikasieproses bemoeilik. Alhoewel die 1996- winterbeeld die mees onlangse is, veroorsaak die skaduwees 'n probleem omdat dit verkeerdelik bereken is as 'n afsonderlike grondbedekking.



Figuur 3 Grondgebruik in die studiegebied

Die aanwesigheid van skaduwee- areas op satellietbeelde het dikwels soortgelyke spektrale eienskappe as water, wat die klassifikasieproses bemoeilik. Die invloed van skaduwees is in die 1992- somerbeeld minder en daarom is hoofsaaklik van hierdie beeld vir klassifikasie gebruik gemaak. Skaduwee- areas is gevolglik aangedui asof daar geen data beskikbaar is nie (kyk Figuur 3). Tradisionele karteringstegnieke kan in sulke areas toegepas word maar weens tydbeperkings is dit nie gedoen nie.

Ander probleme wat tydens die klassifikasieproses ondervind is, is dat areas weens ooreenstemmende spektrale eienskappe in sekere gevalle verkeerd geklassifiseer is. Op die kruine van berggebiede is rotsagtige areas byvoorbeeld as bewerk geklassifiseer omdat dit dieselfde spektrale eienskappe as bewerkte areas toon. Sulke onakkuraathede is deur veldwerk en GIS- tegnieke gekorrigeer.

1.5.1 NATUURLIKE PLANTEGROEI

’n Nie-gerigte klassifikasie is gebruik om natuurlike veld te identifiseer soos in afdeling 1.5 bespreek word. Die resultaat van die afstandswaarnemingstegnieke wat natuurlike veld in die studiegebied uitwys, word in Figuur 3 aangedui. In Tabel 2 word van die skaars fynbosspesies wat in die studiegebied voorkom, tesame met hul bewaringstatus gelys. Hierdie gegewens sal by toekomstige ontwikkelings in aanmerking geneem moet word. Tabel 2 is ’n aanduiding van die sensitiwiteit van die natuurlike veld en sy afhanklike ekosisteme in die studiegebied. Dit is egter nie die doel van hierdie studie om die presiese afsonderlike ligging van skaars plantspesies na te vors nie. ’n Spesifieke spesie se ligging en die skaarsheid daarvan word dus nie as kriterium gebruik (soos in die geval van gradiënt) om sensitiewe areas in hierdie studie te identifiseer nie. Wat wel belangrik is, is dat talle skaars spesies in die studiegebied voorkom.

Tabel 2. Skaars fynbosspesies in die studiegebied

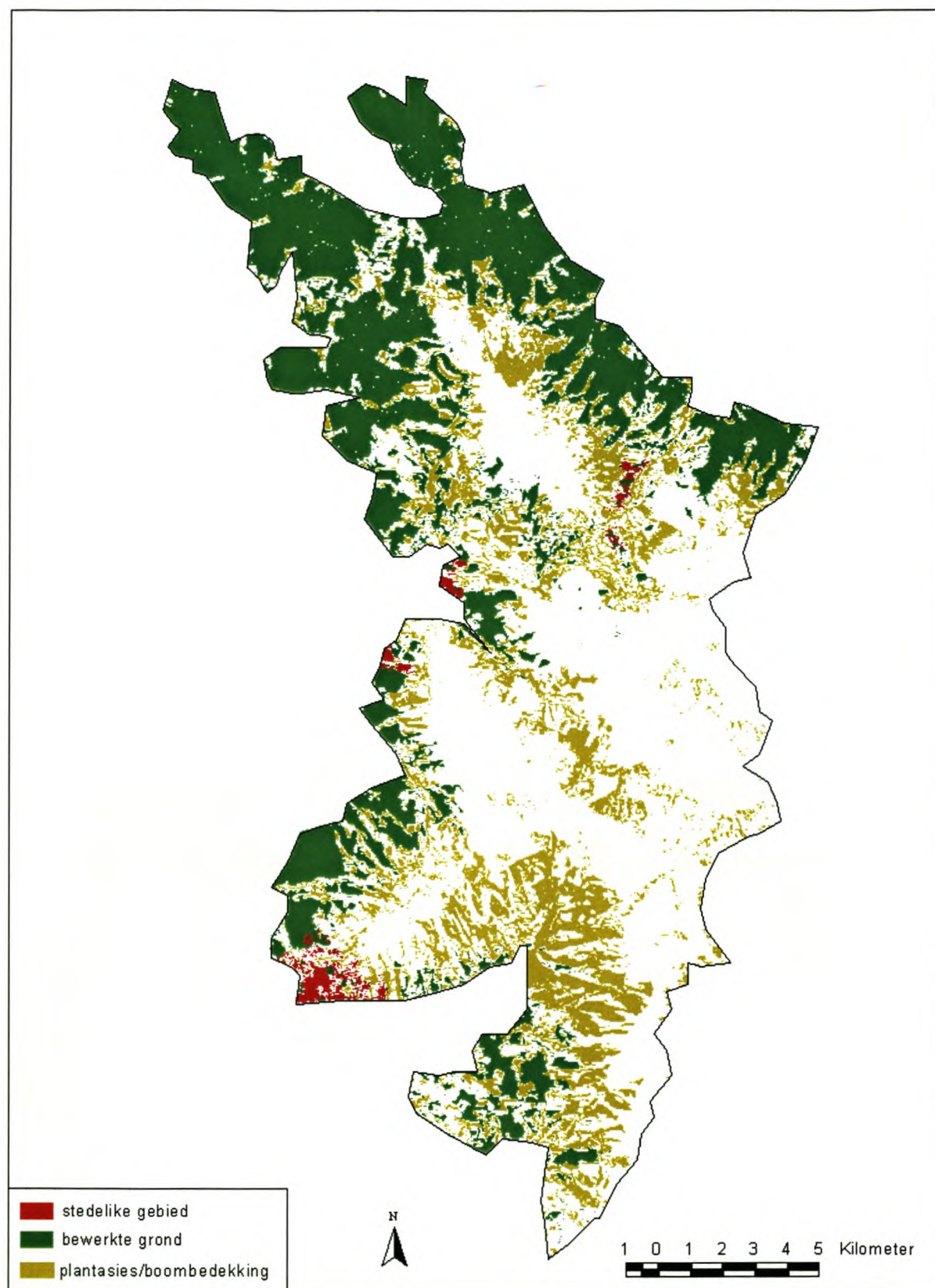
SPESIE	FAMILIE	BEWARINGSTATUS
<i>Restio distans</i>	Hyacinthaceae	onvoldoende inligting
<i>Arctotis macrosperma</i>	Asteraceae	onvoldoende inligting
<i>Cotula paradoxa</i>	Asteraceae	onvoldoende inligting
<i>Disa begleyi</i>	Orchidaceae	onvoldoende inligting
<i>Eulophia litoralis</i>	Iridaceae	onvoldoende inligting
<i>Erica fervida</i>	Ericaceae	onvoldoende inligting
<i>Gladiolus brevifolius</i>	Iridaceae	onvoldoende inligting
<i>Geissorhiza burchelli</i>	Iridaceae	onvoldoende inligting
<i>Glischrocolla formosa</i>	Iridaceae	onvoldoende inligting
<i>Lonchostoma purpureum</i>	Fabaceae	onvoldoende inligting
<i>Moraea cooperi</i>	Fabaceae	onvoldoende inligting
<i>Muraltia aciphylla</i>	Fabaceae	onvoldoende inligting
<i>Erica</i> sp	Orchidaceae	onbepaald
<i>Leucospermum gueinzii</i>	Fabaceae	onbepaald
<i>Leucadendron grandiflorum</i>	Polygalaceae	onbepaald
<i>Priestleya elliptica</i>	Fabaceae	onbepaald
<i>Disa tenuis</i>	Orchidaceae	skaars
<i>Charadrophila capensis</i>	Gesneriaceae	skaars
<i>Ixia cochlearis</i>	Proteaceae	skaars
<i>Erica myriocodon</i>	Ericaceae	skaars
<i>Priestleya leiocarpa</i>	Proteaceae	skaars
<i>Priestleya myrtifolia</i>	Proteaceae	skaars
<i>Priestleya stokoei</i>	Hypoxidaceae	skaars
<i>Restio involutus</i>	Bruniaceae	skaars
<i>Roridula gorgonias</i>	Restionaceae	skaars
<i>Spiloxene maximiliani</i>	Iridaceae	skaars
<i>Serruria florida</i>	Restionaceae	skaars
<i>Serruria krausii</i>	Roridula gorgonias	skaars
<i>Stylapterus micranthus</i>	Ericaceae	bewaringsgeldig
<i>Gladiolus martleyi</i>	Peneaceae	kwesbaar
<i>Gladiolus nerineoides</i>	Brassicaceae	kwesbaar
<i>Heliophila cuneata</i>	Proteaceae	kwesbaar
<i>Lachenalia elegans</i>	Iridaceae	kwesbaar
<i>Erica lerouxiae</i>	Ericaceae	kwesbaar
<i>Priestleya laevigata</i>	Proteaceae	kwesbaar
<i>Calopsis rigorata</i>	Restionaceae	kwesbaar
<i>Erica sacciflora</i>	Ericaceae	bedreig
<i>Agathosma orbicularis</i>	Rutaceae	bedreig
<i>Spatala propinque</i>	Peneaceae	bedreig

(Bron: Gerber, 1999)

1.5.2 LANDBOU

Volgens die Wet op Landbou. Nr. 9238 van 1984, is 20% die maksimum gradiënt waarteen meeste grondtipes bewerk behoort te word. Volgens hierdie spesifikasies behoort geen grondtipes in die studiegebied teen 'n steiler helling as 20% geploeg word nie. Om 'n aanduiding te kry van waar daar tans teen hellings bewerk word al dan nie, was dit nodig om alle bewerkte grond te karteer met behulp van afstandswaarnemingstegnieke.

Die resultate in Figuur 4 toon duidelik aan dat die omvang van landbou-ontwikkeling teen berghellings in hierdie area redelik groot is. Sowat 12410 ha bewerkte grond kom in die studiegebied voor. Soos in afdeling 5.1 verduidelik is, moet 'n mens ook in ag neem dat daar wel bewerkte areas is waar geen data weens faktore wat die klassifikasieproses kortwiek, beskikbaar is nie. Die berghellings van Simonsberg in die noorde van die studiegebied word veral deur groot bewerkte areas bedek. Soos in Figuur 1 gesien kan word, is daar teen die suidelike hellings van Simonsberg wel bewerkte areas maar ongelukkig val hierdie area in die skadusone op die Landsat TM-satellietbeelde en is dus nie deur die klassifikasieproses uitgewys nie. Hierdie areas is egter nie beduidend groot nie.



Figuur 4 Ontwikkeling in die studiegebied

1.5.3 BOSBOU

Bosbouplantasies kom in die studiegebied baie hoog teen die berghellings voor. Figuur 5 dui 'n area aan waar plantasies hoog teen die berghellings in die Jonkershoek Natuurreservaat voorkom. Tans is daar geen spesifieke riglyn of wet wat voorskryf wat die maksimum helling vir plantasies teen berghellings behoort te wees nie. Die enigste beperkings op plantasies is die gradiënt waarteen masjinerie vir bosboudoeleindes kan funksioneer (Greeff, 1999). Hierdie tipe ontwikkeling kan dus ongehinderd in areas met steil gradiënte voortgaan.

Die resultaat wat in Figuur 4 aangedui word, kan as boombedekking beskryf word en verwys nie slegs na plantasies nie. Die rede hiervoor is dat bome wat nie noodwendig deel uitmaak van plantasies nie, ook sonder onderskeiding in die klassifikasieproses geïdentifiseer is. Die studiegebied is nie 'n natuurlike boomryke area nie en bome wat nie deel uitmaak van plantasies nie, kom hoofsaaklik langs riviere voor. Die invloed hiervan op resultate was dus nie beduidend groot nie.

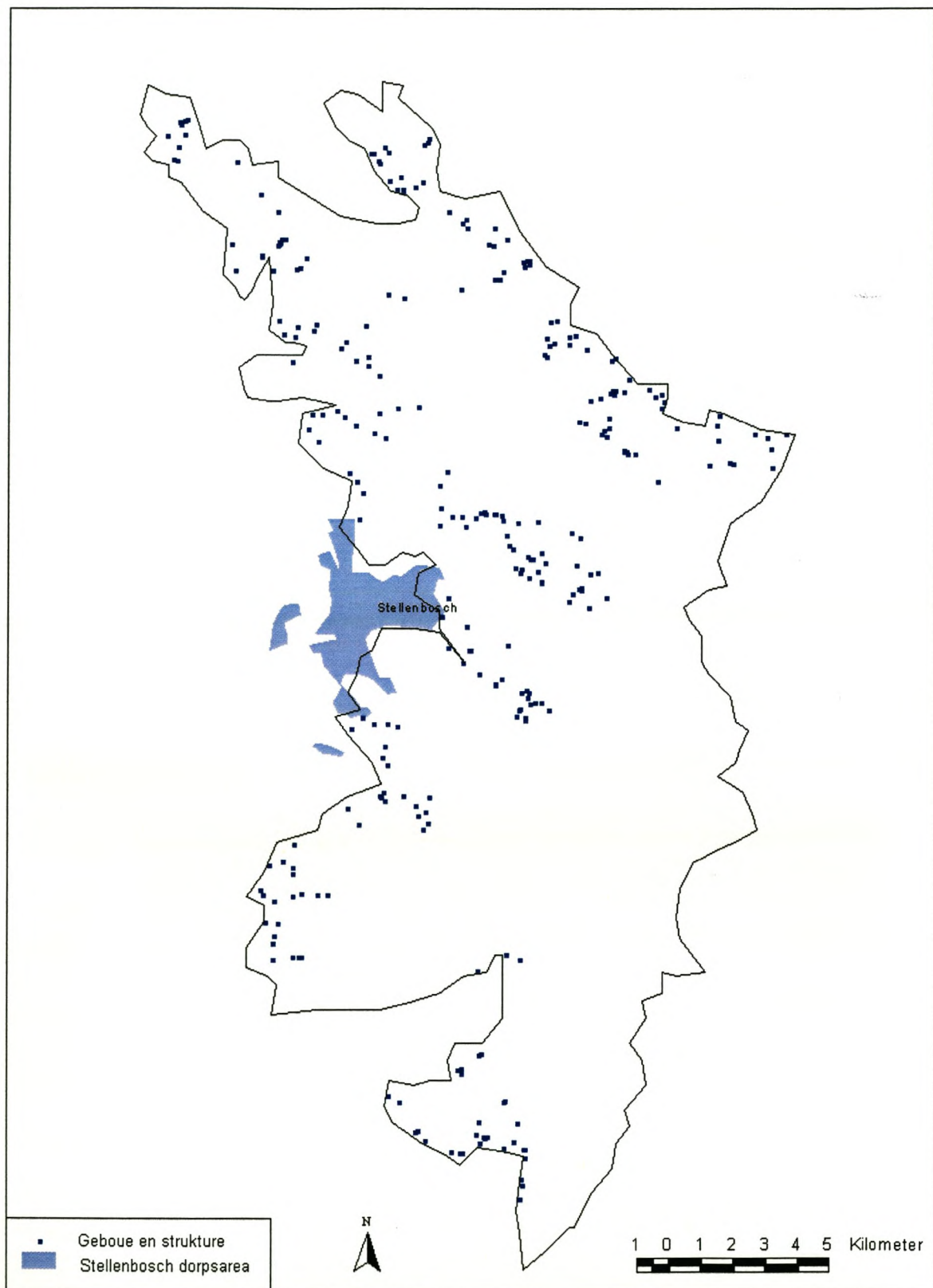


Figuur 5 Bosbouplantasies aan die oostelike berghellings van die Jonkershoekvallei

1.5.4 GEBOUE EN STRUKTURE (STEDELIKE ONTWIKKELING)

’n Digitale lugfoto is in ArcView 3.1 gebruik om losstaande geboue en strukture te identifiseer. ’n Poligoonoorleg, wat die afsonderlike liggings hiervan aandui, is versyfer. Klein groeperinge van geboue soos byvoorbeeld plaasopstalle en skure is deur een poligoon aangedui.

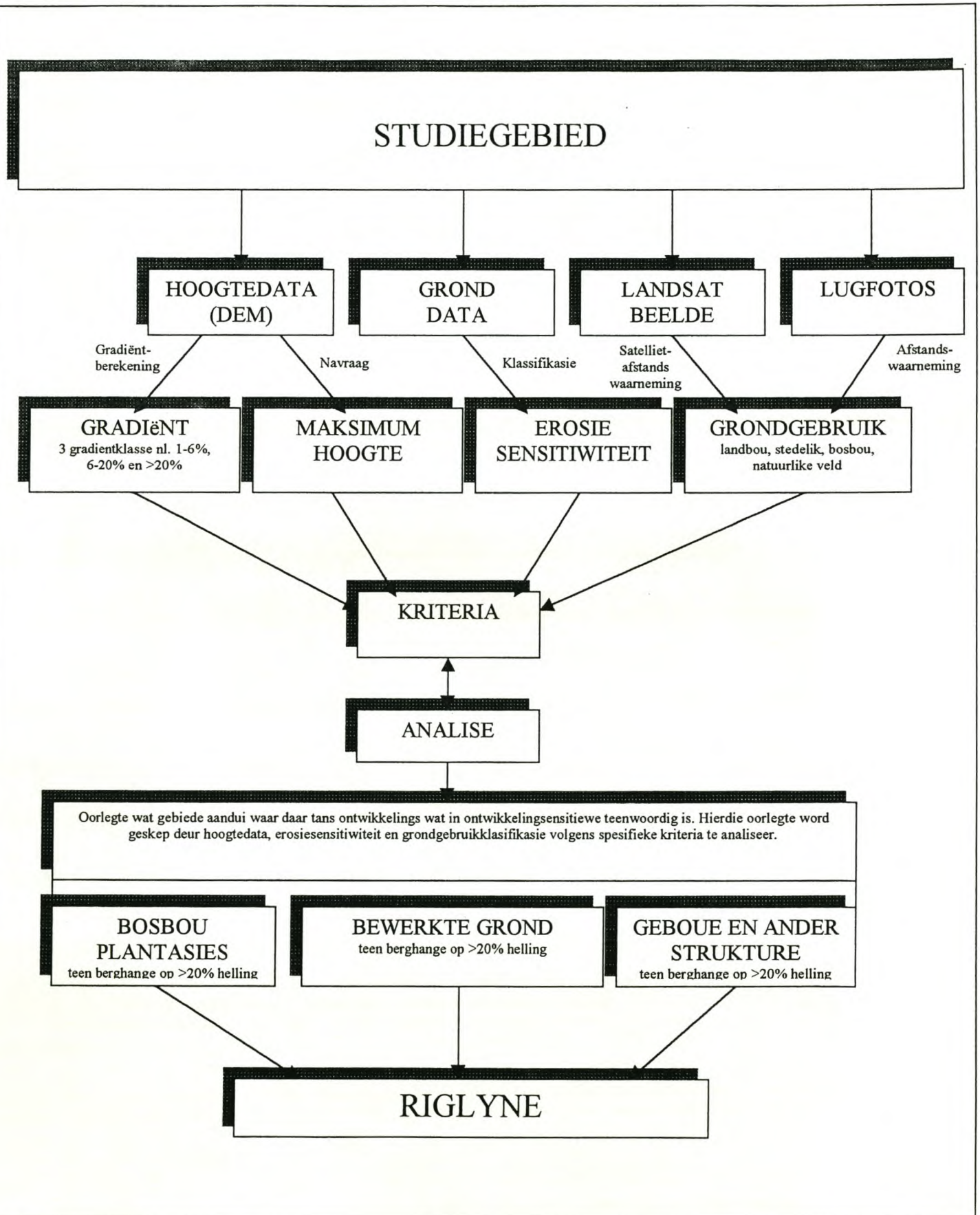
’n Posing is ook aangewend om enkelgeboue en strukture deur satelliet-afstandswaarneming te identifiseer. Die resolusie van die Landsat TM-satellietbeelde (30m) was egter nie fyn genoeg vir hierdie doel nie. Die stedelike residensiële areas soos Brandwacht en Dalsig in Stellenbosch, asook Pniel en die hoërliggende areas van Somerset-Wes, is wel deur middel van satellietafstandswaarneming geïdentifiseer aangesien dit groot aaneenlopende oppervlakte beslaan. Hierdie areas word deur Figuur 4 voorgestel. Die punte in Figuur 6 dui die individuele geboue sowel as klein groeperinge van geboue aan. Die aanvanklike datavaslegging van hierdie geboue is gedoen deur poligone rondom hierdie geboue te versyfer. Om die data beter uit te beeld, is die sentrale punte van hierdie poligone bepaal en as verteenwoordigende punte gebruik. Soos Figuur 6 aandui, kom verskeie groeperings geboue verspreid in die studiegebied voor.



Figuur 6 Geboue en strukture in die studiegebied

1.6 NAVORSINGSRAAMWERK

Die navorsingsraamwerk word in Figuur 7 skematies uitgebeeld.



2 STELLENBOSCH- EN HOTTENTOTSHOLLANDBERGE: RUIMTELIKE INLIGTING

Die berge van die Suidwes, Suid- en Suidoos-Kaap staan as die Kaapse plooiberge bekend (McDonald, 1989: 7). Die gesteentes van hierdie berge het in 'n stel van drie betreklik vlak geosinkliene wat ongeveer 450 Ma gelede ontwikkel het, vanuit die noorde as sedimente versamel. Ongeveer 280 Ma gelede, aan die begin van die Permydperk, het hierdie gesteentes onder orogenetiese drukspanning gekom. Die strukture wat deur hierdie Kaapse-orogenese ontstaan het, bepaal vandag die landskap van bogenoemde streke. Wat die Kaapse Skiereiland en die Stellenboschomgewing betref, het die granietbatoliet wat die westelike plooigordel in dié area onderlê, 'n groot stabiliteit meegebring sodat die kwartsietlae van die Banhoek en Tafelberg in meeste gevalle onversteurd horisontaal gelaat is (Barnard, 1972: 11).

Simonsberg lê in die noorde van die studiegebied en het 'n maksimum hoogte van 1380 meter bo seespieël. Soos in Figuur 1 aangedui, kom daar heelwat landbou-ontwikkeling teen veral die westelike hellings voor. Ten suide van Simonsberg lê Die Pieke langs die Jonkershoekvallei op 'n maksimum hoogte van 1480m bo seespieël. Die berghellings aan die noordoostelike kant van die vallei word veral deur bosbouplantasies beslaan. Stellenboschberg met 'n maksimumhoogte van 1180 m bo seespieël word veral aan die suidwestelike hellings deur stedelike, bosbou- en landbou-ontwikkelings gekenmerk. Stedelike ontwikkeling soos dié van die buurte Brandwacht en Dalsig in Stellenbosch kom byvoorbeeld tot op 'n hoogte van 240m voor. Figuur 9 dui van hierdie ontwikkelings aan. Helderberg het 'n maksimum hoogte van 1120m bo seespieël. Stedelike ontwikkeling van Somerset-Wes vind veral aan die suidwestelike hellings plaas. Heelwat landbou-ontwikkeling kom ook aan die noordwestelike hellings voor.

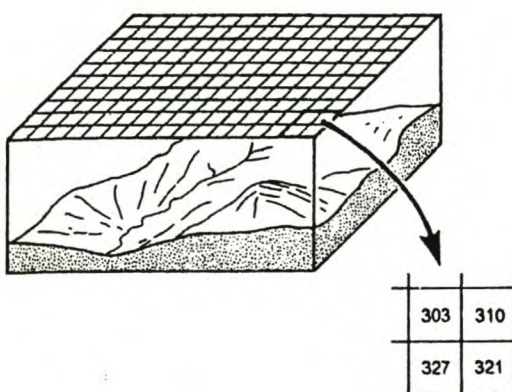
Die hoërliggende berggebiede in die Boland is welbekend vir die feit dat dit nog ryk is aan fynbos, in teenstelling met die valleie wat meestal bewerk is (Burgers 1998). Baie van die fynbosspesies word bedreig (Gerber 1999). Dit is dus belangrik om die impak wat ontwikkelings op die natuurlike veld kan hê, in 'n ernstige lig te beskou.

Landbou-aktiwiteit in die studiegebied bestaan hoofsaaklik uit wingerdbou. Omdat steil hellings in die studiegebied voorkom, is gronderosie 'n groot bekommernis. Bosbouplantasies is ook teen baie steil berghellings gevestig. Stedelike strukture soos huise, paksure kom algemeen in die studiegebied voor. Dit is veral hierdie ontwikkelings teen die berghange wat 'n visuele impak op die omliggende omgewing kan hê.

2.1 HOOGTE

Berge is areas van hoë reliëf. Die fisiese eienskap wat berge die beste definieer, is hulle driedimensionaliteit (Gerrard,1990:7). Hierdie driedimensionaliteit bied groot uitdagings vir GIS aangesien die meeste GIS-pakette en die data wat daardeur geïnkorporeer word, die aarde as 'n plat tweedimensionele oppervlak hanteer. Die meeste GIS-sagteware stel bergagtige areas deur middel van DEM's voor.

'n DEM kan omskryf word as 'n digitale voorstelling van die vorm van die aardoppervlak. DEM-data bestaan uit 'n reeks waardes van topografiese hoogtes wat op gelyke intervale op die aardoppervlak gemeet is (kyk Figuur 8). Digitale hoogtedata kan gemanipuleer en geanaliseer word en kan as geïllustreerde beelde voorgestel word (Campbell, 1998: 433).



Figuur 8 Kartografiese voorstelling van digitale hoogtedata

(Campbell, 1998)

Volgens Stocks & Heywood (in Price & Heywood,1994: 4) kan 'n GIS nog steeds van nut wees ten spyte van sy oorwegend tweedimensionele voorstelling van die aardoppervlak, aangesien dit moontlik is om eienskappe

soos aspek, helling en hoogte deur middel van 'n DEM te modelleer. In Figuur 2 is 'n DEM gebruik om 'n driedimensionele voorstelling van die Stellenbosch- en Hottentotshollandberge te skep.



Figuur 9 Stedelike ontwikkeling aan die westelike hellings van Stellenboschberg

Aangesien dit die hoofdoel van die studie is om ontwikkelings sensitiewe areas te identifiseer, is gradiënt- en hoogtedata essensieel en kan die DEM 'n groot bydrae lewer. Deur middel hiervan kan byvoorbeeld bepaal word watter areas teen 'n té steil gradiënt bewerk is en watter geboue bo 'n sekere hoogtelyn voorkom.

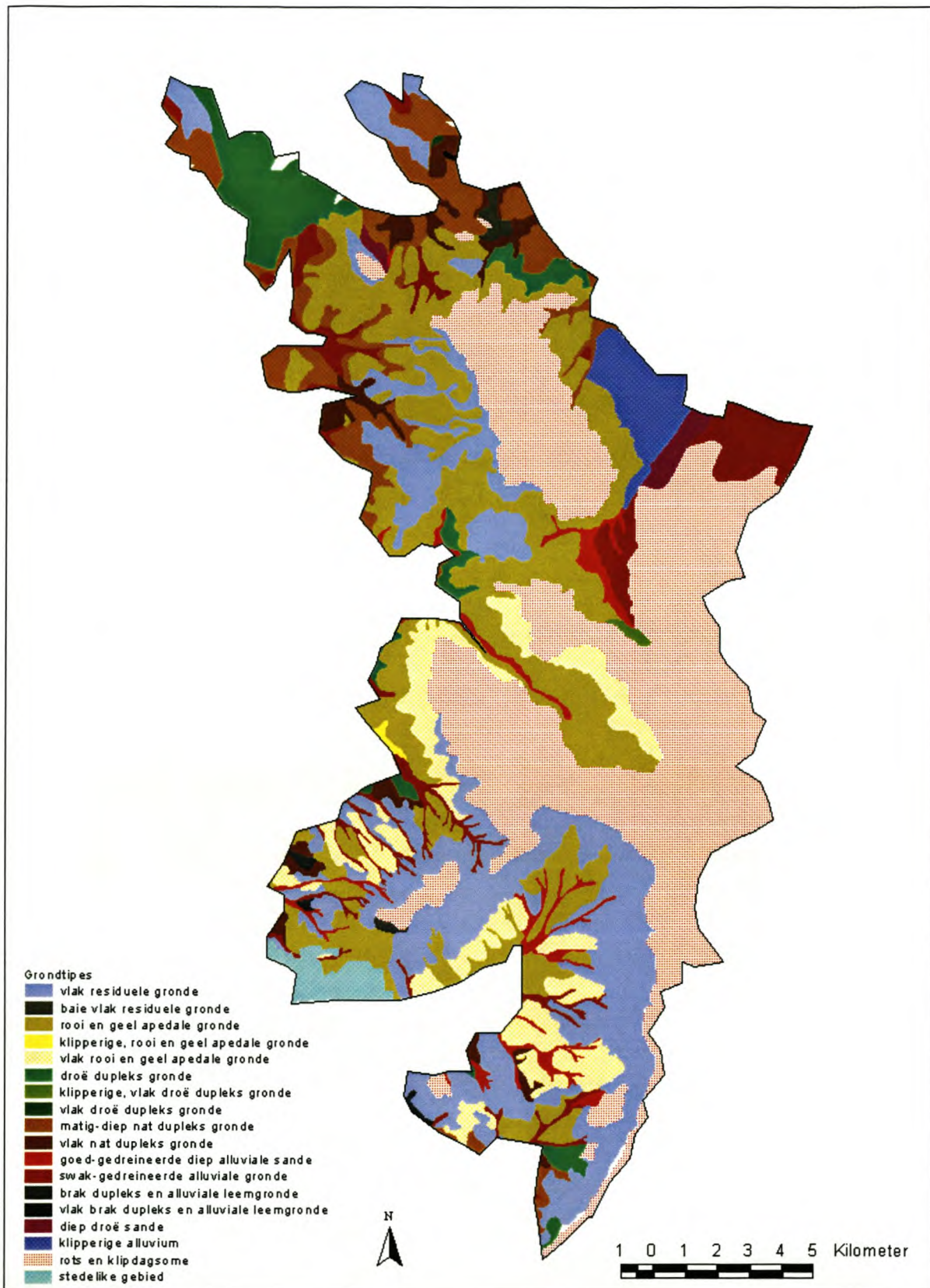
Om areas te identifiseer waar riglyne geïgnoreer word ten opsigte van landbou-ontwikkeling teen berghellings, was dit nodig om hellings te bereken. Hellings is deur middel van 'n GIS vanaf die DEM bereken. Die gradiënte is in persentasie bereken aangesien dit die formaat is waarin riglyne in die Wet op Landbou no. 9238 van 1984 voorgeskryf word. Die gradiënte is daarna in drie klasse, naamlik 1-6%, 6-20% en >20%, ingedeel. Die klas wat hier van belang is, is dié van >20% aangesien dit dien as 'n oorleg wat sogenaamde ongeskikte areas vir grondbewerking aandui.

2.2 GRONDTIPES OP DIE BERGHELLINGS VAN DIE STUDIEGEBIED

Die identifisering van grontipes is belangrik aangesien dit die erodeerbaarheid van die bewerkte grond teen berghellings bepaal. Grondeienskappe wat hier 'n belangrike rol speel is diepte, tekstuur, struktuur, infiltrasie tempo en waterstoorkapasiteit (Schloms, 1999). Figuur 10 dui die verskillende grontipes in die studiegebied aan.

Die grontipes wat oorwegend in die studiegebied voorkom, is vlak residuele gronde saam met rotsdagsome, relatief nat en droë duplex gronde, rooi en geel apedale gronde en alluvium.

Met die oog op die identifisering van ontwikkelings sensitiewe areas, was dit nodig om die erodeerbaarheid van hierdie grontipes wat in die studiegebied geïdentifiseer is, te bepaal (kyk Afdeling 3.1). Hierdie inligting kan gebruik word om logiese afleidings te maak oor die ontwikkelings sensitiwiteit van bewerkte areas ten opsigte van gronderosie.



Figuur 10 Grondtipes in die studiegebied

3. FAKTORE WAT 'N ROL SPEEL IN DIE IDENTIFISERING VAN ONTWIKKELINGSSENSITIEWE AREAS

Vanuit 'n landboukundige oogpunt is die gradiënt en die erodeerbaarheid van die grondtipes faktore waarvolgens die ontwikkelings sensitiviteit van 'n area bepaal kan word. Die visualiteit van ontwikkelings vanaf die omliggende omgewing speel ook 'n rol in die identifiseringsproses van ontwikkelings sensitiewe areas. Die feit dat die studiegebied 'n area is wat ryk is aan bergfynbos, beteken dat natuurlike plantegroei ook 'n rol speel om ontwikkelings sensitiewe areas te identifiseer.

3.1 GRADIËNT EN ERODEERBAARHEID VAN GRONDTIPES

Gronderosie teen hellings is 'n natuurlike proses waardeur verweerde materiaal deur wind, water en gravitasie verwyder word en denudasie van die landskap teweeg bring. Die geërodeerde materiaal word deur middel van sedimentvervoer verplaas. Die voorkoms van erosie op globale vlak word gekompliseer deur die feit dat die mens 'n al hoe groter invloed op die tempo van erosie uitoefen. Ontbossing, landbou-ontwikkeling, mynboubedrywigheide en konstruksie is voorbeelde van menslike aktiwiteite wat die tempo van erosie verhoog (Mannion & Bowlby, 1992 :226).

Erodeerbaarheid van grond verwys na die gemak waarmee grondpartikels deur reëndruppels of bewegende water wat oor die grondoppervlak vloei saam gesleur word. Grondstabiliteit, wat 'n funksie van tekstuur, struktuur, klimaat en grondchemiese toestande is, is dus van kardinale belang (Schloms, 1999).

Navorsing toon dat daar behalwe grondeienskappe, in die algemeen ook sterk positiewe korrelasie is tussen grondverlies en hellinggradiënt (Govindaraju, 1995: 328). Grondverlies vermeerder soos hellinggradiënt en lengte toeneem. Plantegroei as oppervlakbedekking speel ook 'n belangrike rol in erosie en grondverlies. Die verwydering van plantegroei en die verandering van een gewas na 'n ander sal in die meeste gevalle

grondverliese tot gevolg hê en in die algemeen oppervlak- watervloei laat toeneem.

Uit 'n landboukundige oogpunt wek die afname in landboupotensiaal as gevolg van gronderosie groot kommer. Verliese van selfs klein hoeveelhede bogrond met hoë nutriëntkonsentrasies kan drastiese vermindering in opbrengste meebring (Mannion & Bowlby, 1992: 232). Dit is nie net die verwydering van grond wat 'n probleem is nie, maar ook die afsetting daarvan in aanliggende gebiede. Die impak hiervan kan wêreldwyd gesien word langs talle groot rivierlope waar gronde met 'n lae en hoë landboupotensiaal veral na seisoenale vloede op landbougrond neergeset word. Alhoewel hierdie 'n natuurlike proses is, kan die omvang daarvan met die uitbreiding van landbou-ontwikkeling teen steil hellings vergroot word (Mannion & Bowlby, 1992 :233).

Omdat die studiegebied grotendeels deur steil berghellings beslaan word, kan gradiënt tesame met die grontipes se erodeerbaarheid as faktore uitgesonder word om te bepaal watter areas as ontwikkelings sensitief geklassifiseer kan word. Hierdie twee faktore het dus 'n gesamentlike invloed op gronderosie.

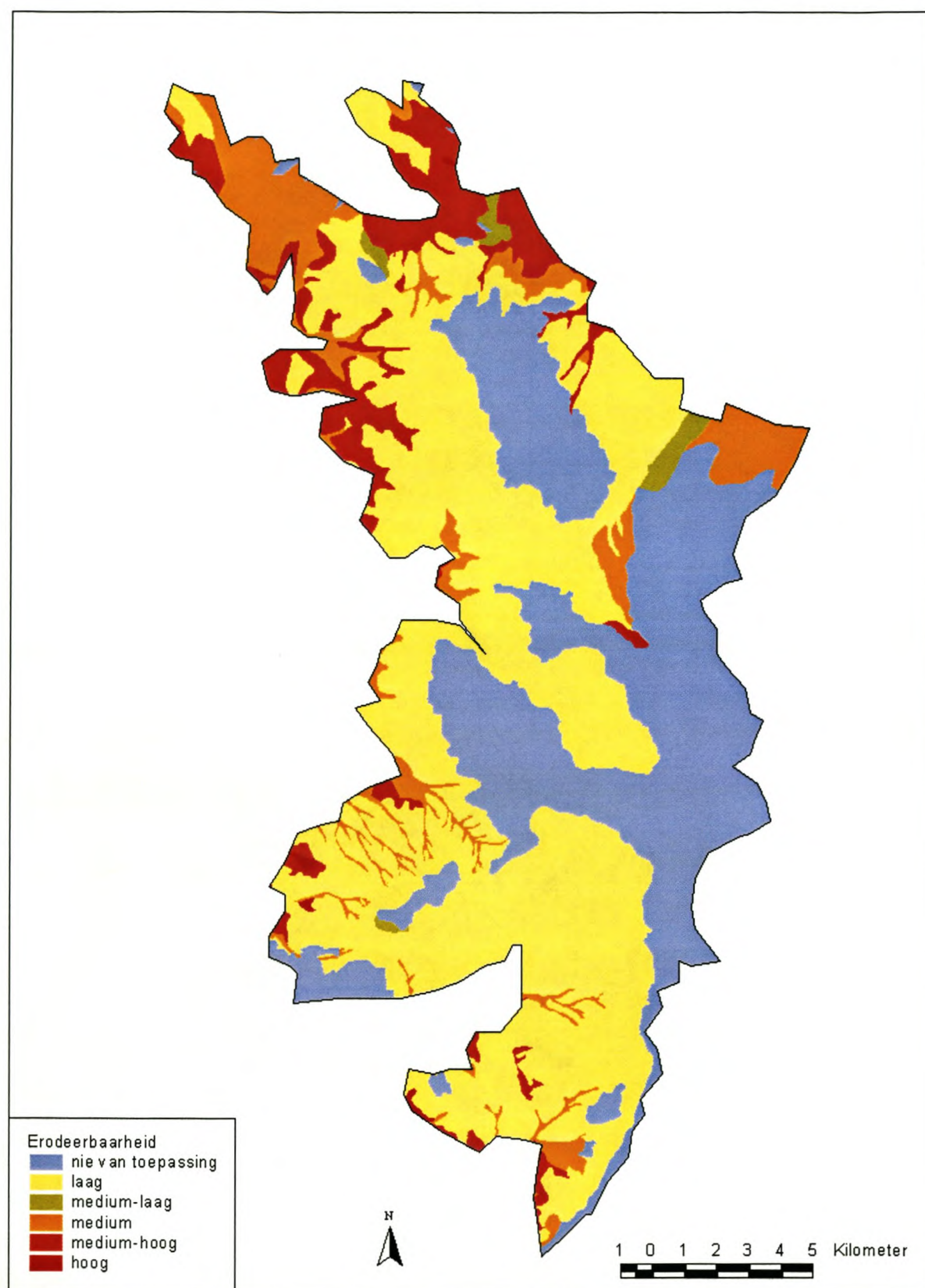
Om die kwesbaarheid van grontipes vir erosie te kwantifiseer, moes gewigte in die vorm van numeriese waardes toegeken word. Grontipes is met die hulp van 'n kundige in vyf klasse van erodeerbaarheid ingedeel naamlik laag, medium- laag, medium, medium-hoog en hoog. 'n Waarde van 1 is aan grond met 'n lae erodeerbaarheidspotensiaal en 'n waarde van 5 aan grond met 'n hoë erodeerbaarheidspotensiaal toegeken (kyk Tabel 3) (Schloms, 1999). Hierdie waardes is by die databasislêer van die grontipedatastel in Arc/Info formaat van die studiegebied gevoeg.

Tabel 3. Erodeerbaarheid van grondtipes

GRONDTIPES	ERODEERBAARHEID
brak dupeks en alluviale leemgronde	hoog (5)
vlak brak dupeks en alluviale leemgronde	hoog (5)
vlak nat dupeks gronde	medium-hoog (4)
klipperige vlak droë dupeks gronde	medium-hoog (4)
vlak droë dupeks gronde	medium-hoog (4)
matig-diep nat dupeks gronde	medium-hoog (4)
swak-gedreineerde alluviale gronde	medium (3)
droë dupeks gronde	medium (3)
baie vlak residuele gronde	medium-laag (2)
diep droë sande	medium-laag (2)
vlak residuele gronde	laag (1)
rooi en geel apedale gronde	laag (1)
klipperige rooi en geel apedale gronde	laag (1)
vlak rooi en geel apedale gronde	laag (1)
klipperige alluvium	laag (1)
goed-gedreineerde diep alluviale sande	laag (1)
rots en klipdagsome	nie van toepassing (0)
stedelike gebied	nie van toepassing (0)

(Schloms, 1999)

Figuur 11 dui areas met verskillende erosiepotensiaal aan. Vir stedelike gebiede, rotsdagsome, asook vleie is 'n waarde van nul toegeken aangesien gronderosie uiteraard nie in hierdie areas voorkom nie. Die meerderheid van die gronde in die gebied het egter 'n lae erodeerbaarheid. Hierdie gronde bestaan hoofsaaklik uit rooi en geel apedale gronde, klipperige alluvium en goed gedreineerde alluviale sande. Die grondtipes wat teen die hellings van veral Helderberg, Stellenboschberg en die Jonkershoekvallei voorkom, het 'n lae erodeerbaarheid. Enkele areas met 'n matig tot matig- hoë erodeerbaarheid kom egter op die noordwestelike hellings van Helderberg voor. Die rede hiervoor is die hoë voorkoms van swak gedreineerde dupeks en alluviale gronde. Aan die westelike hellings van Simonsberg kom oorwegend laag- erodeerbare grondtipes voor, asook kleiner hoeveelhede medium en medium-hoë erodeerbare gronde soos die swak gedreineerde alluviale gronde en nat dupeks gronde. Dieselfde verskynsel kom ook aan die noordwestelike hellings voor. Wat die noordoostelike hellings betref, is daar 'n redelike erosiegevaar vanweë die voorkoms van droë dupeks gronde.



Figuur 11 Erodeerbaarheid van grondtipes

3.2 VISUELE IMPAK VAN ONTWIKKELINGS

Anders as in die geval van erosie van gronde, waar die sensitiwiteit van landbou-ontwikkeling direk aan die fisiese eienskappe van gronde teen berghellings afhanklik is, is dit nie so maklik om die visuele impak van ontwikkelings te bepaal nie. Die hoofrede hiervoor is dat die estetiese impak van landbou sowel as geboue teen berghellings, subjektief van aard is. `n Sekere gebou teen `n berghelling kan byvoorbeeld vir die een persoon esteties aanvaarbaar (en selfs tot `n positiewe voorkoms van die berghelling bydra) en vir `n ander persoon onaanvaarbaar wees. Figuur 12 is `n foto van `n gebou teen die hange van die Jonkershoekvallei wat al groot opspraak in hierdie verband gewek het. Die estetiese aanvaarbaarheid van woonbuurte soos Brandwacht en Dalsig teen van die berghellings is ook debatteerbaar.

Bewerkte areas teen berghellings kan ook `n negatiewe impak ten opsigte van estetika hê. Dit is egter moeilik om wetenskaplik te bepaal watter ontwikkelings teen berghellings vanuit `n estetiese oogpunt aanvaarbaar is en watter nie.

Dearden (1980) verwys na studies wat wel in die sewentigerjare onderneem is om op `n subjektiewe wyse die visuele karakter van landskappe te evalueer. Hierdie studies kan, volgens die metodiek wat gevolg word in drie groepe naamlik veldgebaseerd, surrogaatmetodes en meetkundige tegnieke verdeel word.

Die veldgebaseerde metode behels dat daar `n beoordeling van die landskap gedoen word deur middel van gradering. `n Tipiese voorbeeld hiervan word deur Tait (1994) verduidelik waar fotos van `n landskap geneem is, en dit deur `n groep kenners beoordeel is deur van hiërargiese kategorieë soos byvoorbeeld `onaansienlik`, `aangenaam`, `aansienlik` en `skouspelagtig` gebruik te maak.



Figuur 12 `n Bekende gebou teen die westelike hang van Botmaskop

In die geval van surrogaatmetodes word die landskap van fotos af gegree. Statistiese tegnieke soos regressie- en faktoranalise word toegepas om die kwantitatiewe veranderlikes van `n visuele landskap, wat aan menslike voorkeure verwant is, te bepaal (Tait, 1994:1).

Meetkundige tegnieke behels dat visuele landskapkomponente bepaal word wat positief of negatief kan bydra tot die visuele aansig van `n landskap. Die komponente word gemeet en die visuele kwaliteit van die landskap word deur eenvoudige meetkundige berekeninge (optel en aftrek) bepaal (Tait, 1994:2).

3.3 VERLIES VAN NATUURLIKE PLANTEGROEI

Dit is belangrik dat die natuurlike veld in die studiegebied nie deur ontwikkeling versteur word nie. Wat betref wetgewing en beheer oor fynbosareas is dit belowend dat die Witskrif op die bewaring en volhoubare gebruik van Suid-Afrikaanse biodiversiteit, aandui dat die Suid-Afrikaanse regering die bewaring van die fynbosbloom in `n ernstige lig beskou. Areas

waar daar tans nog onversteurde fynbos teen berghellings voorkom kan as ontwikkelings sensitiewe areas geklassifiseer word. Anders as in die geval van landbou-areas waar faktore soos erodeerbaarheid in ag geneem moet word, is bloot die teenwoordigheid van fynbos in 'n area 'n faktor wat dit as ontwikkelings sensitief verklaar.

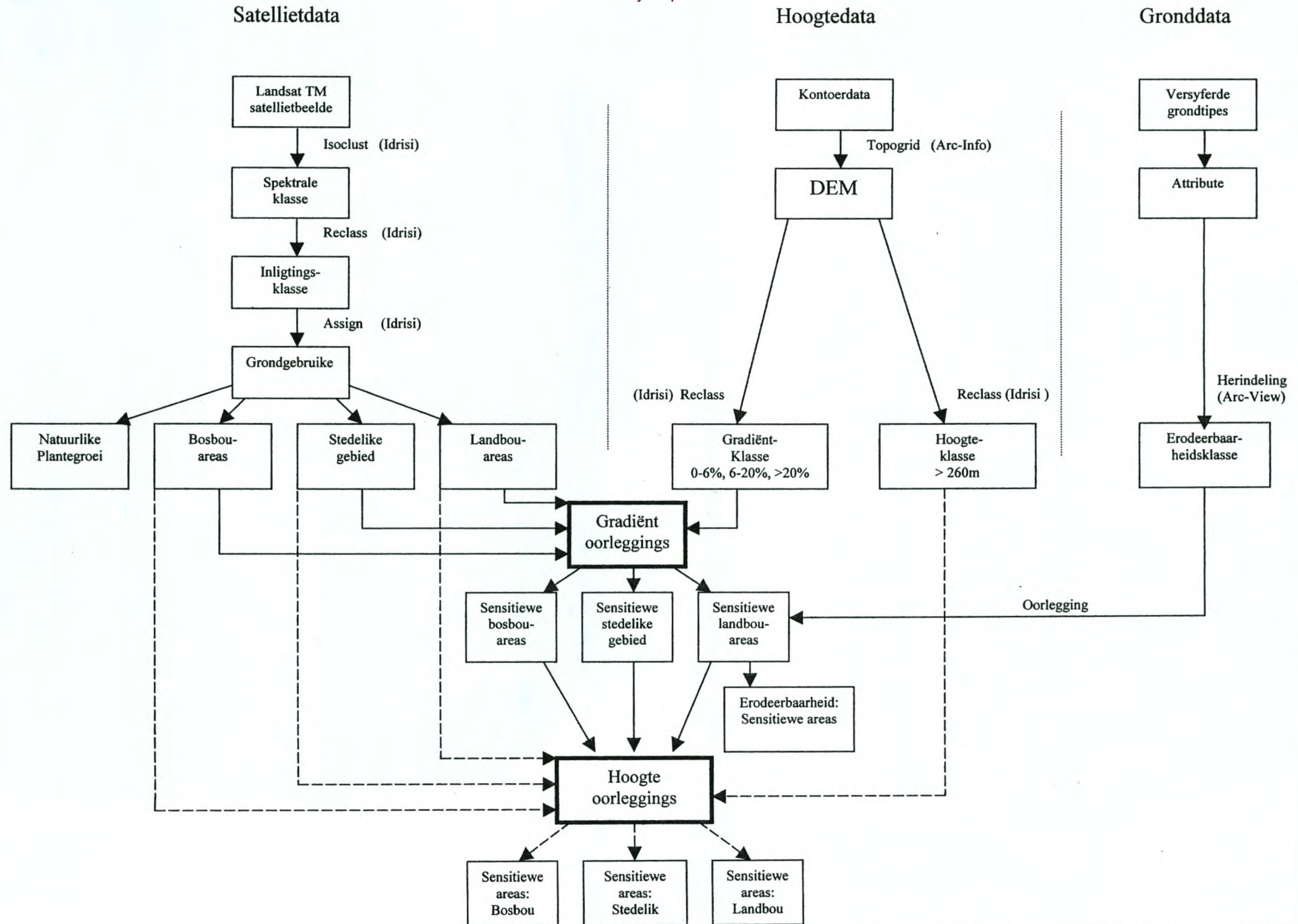
Figuur 3 dui die 1996- verspreiding van natuurlike veld aan. Ten spyte daarvan dat baie van hierdie areas teen steil gradiënte voorkom, is dit noodsaaklik dat hierdie areas nie in enige opsig ekologies deur ontwikkeling benadeel moet word nie, juis omdat skaars fynbosspesies hier voorkom (kyk Tabel 2).

4. TEGNIESE METODOLOGIE

Ontwikkelings sensitiewe areas in die studiegebied is geïdentifiseer deur 'n spesifieke prosedure van afstandswaarnemings- en GIS tegnieke te volg. Drie datastelle naamlik hoogtedata, gronddata en afstandswaarnemingsdata is hoofsaaklik gebruik. Deur hierdie data gesamentlik te analiseer is ruimtelike resultate gelewer. Die metodologie wat gevolg is, is 'n maklike en vinnige prosedure wat gevolg kan word en kan sodoende as 'n resep vir soortgelyke toekomstige studies in ander areas dien (kyk Figuur 13).

Hoogtedata

Hoogtedata word eerstens onttrek van 'n Digitale Elevasie Model (DEM) wat van 20m interval kontoerdata gegenereer is. Kontoerdata word dus eerstens versyfer of in digitale formaat gekoop. Die DEM word dan in *Arc/Info* deur middel van die *topogrid* funksie geskep. Die volgende stap was om gradiënt- en hoogteklasse met behulp van die beeldverwerkingsprogram, *Idrisi for Windows* te skep (kyk Afdeling 2.1). Hierdie gradiëntdata kan in persentasie of grade deur middel van die *surface analysis* module bereken word. Deur middel van die *reclass* module kan hellingklasse soos byvoorbeeld 1-6%, 6-20% en >20% van hierdie gradiëntdata geskep word. Poligoonoorlegte kan



Fiauur 13 Teaniese metodoloaie

sodoende gegengereë word om areas wat onderskeidelik geskik en nie-geskik vir landbou- ontwikkelings is, te identifiseer.

Die rede vir dié spesifieke klasindelings is sodat die >20% klas kan dien as 'n oorleg wat sogenaamde gevaarsones vir landbou-ontwikkeling aandui. Die 1-6% en 6-20% klasse kan gebruik word om aan te dui watter areas geredelik gelyk en watter 'n substansiële gradiënt het, maar wat steeds binne die perke vir grondbewerking volgens die Wet op Landbou No. 9238 van 1984 is. Hoogteklasse wat areas bo en onder 'n maksimum hoogte (260m) aandui, kan op dieselfde wyse geskep word.

Satellietdata

Die spesifieke metode wat gebruik is, en stappe wat gevolg is, kan as 'n maklike (*default*) metode beskryf word om grondgebruik in 'n area te karteer. Hierdie metode kan dus ook deur 'n analis gebruik word wat slegs basiese kennis van afstandswaarnemingstegnieke het. Vir die doel van hierdie studie was dit van primêre belang om deur middel van afstandswaarneming die grondgebruik te identifiseer en dit deur middel van GIS- tegnieke te karteer vir verdere analyses. Daar is vir hierdie doel van 'n nie- gerigte klassifikasie gebruik gemaak vir hierdie doel (kyk Afdeling 5.1). Dit was egter nie van primêre belang om die tegniek van klassifikasie in hierdie studie na te vors nie.

Die eerste stap van die klassifikasieproses is om deur middel van die *Isoclust* module in *Idrisi for Windows* spektrale klasse te skep. Hierdie klasse word deur die *reclass* module in inligtingsklasse ingedeel wat die grondgebruik verteenwoordig. Die *Isoclust* module in *Idrisi for Windows* kan al sewe bande in die klassifikasieproses inkorporeer. Verkieklik moet band 6 nie in die klassifikasieproses gebruik word nie (kyk Afdeling 1.5).

Gronddata

Die eerste stap in die voorbereiding van die gronddata is om grondtipes te klassifiseer deur numeriese waardes volgens hul erodeerbaarheid toe te ken (kyk Afdeling 3.1). Hierdie waardes is by die Arc-Info gronddatastel se attribuuttabel gevoeg. Dit stel die analis in staat om die grondtipes volgens erodeerbaarheidspotensiaal te selekteer. Die *query builder* funksie in Arc-View 3.1 kan vir hierdie doel aangewend word. Die resultaat hiervan is Arc-View vektoroorlegte (*shape* formaat) wat die onderskeie erodeerbaarheidsklasse verteenwoordig.

Oorlegting

Om sensitiewe areas te identifiseer word ruimtelike analyses gedoen deur van oorleganalises gebruik te maak (kyk Figuur 13). Deur verskillende grondgebruike oor te lê met gradiëntklasse (1-6%, 6-20%, >20%) word sensitiewe areas ten opsigte van gradiënt gekarteer. Op dieselfde wyse kan sensitiewe areas volgens bepaalde hoogtebeperkings (>260m) geïdentifiseer word.

In die geval van landbou- ontwikkeling word die erodeerbaarheidsklasse van grondtipes as addisionele kriteria gebruik om sensitiewe areas te identifiseer. Deur die erodeerbaarheidsklasse met landbou- areas op oormatig steil (>20%) hellings te oorlê, word sensitiewe areas ook deur middel van hierdie kriteria gekarteer. Vergelykings word laastens tussen ontwikkelings sensitiewe areas volgens gradiënt en dié van hoogtedata deur middel van oorleggings getref.

5. ONTWIKKELINGSSENSITIEWE AREAS

Deur middel van GIS tegnieke en analyses, was dit moontlik om sensitiewe areas uit te beeld wat deur landbou- bosbou en stedelike ontwikkeling (geboue) beslaan word. Die resultate van analyses is soos volg:

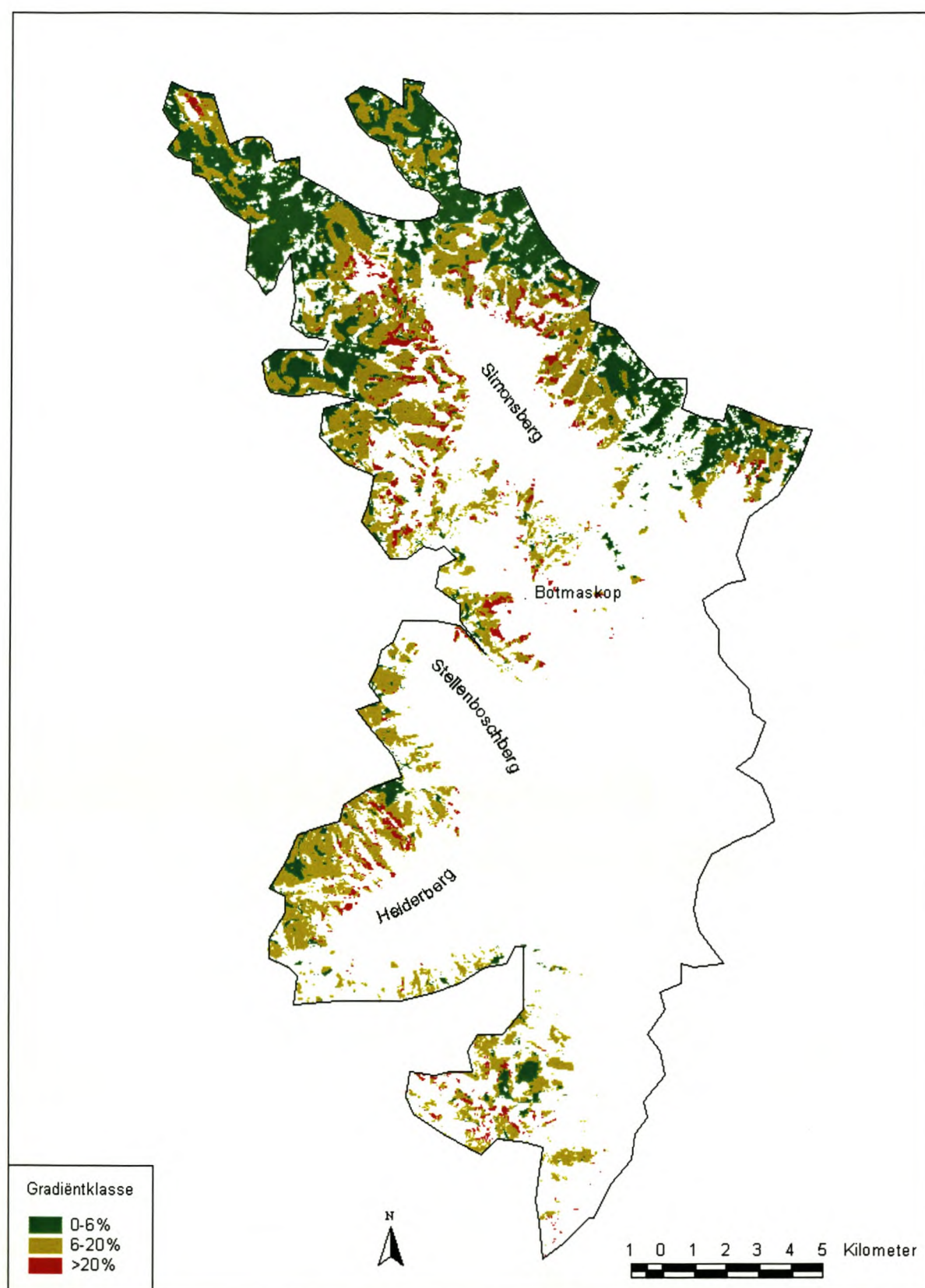
5.1 LANDBOU

Om te bepaal watter areas tans teen hellings van meer as 20% bewerk word, was dit nodig om die oorleg wat bewerkte grond (geskep dmv afstandswaarneming) aandui, oor die oorleg te lê wat 'n helling van >20% aandui. Dieselfde proses is gevolg om oorlegte vir die 0–6%- en 6–20%-kategorieë te skep. Die resultaat van die oorlegoperasie word in Figuur 14 vertoon. Dit is duidelik dat groot areas bewerkte grond wel teen hellings tussen 6% en 20% voorkom. Die areas wat teen 'n gradiënt steiler as 20% bewerk is, word in rooi aangedui en beslaan 787 ha (kyk Tabel 4). Hierdie areas is die gevaarsones.

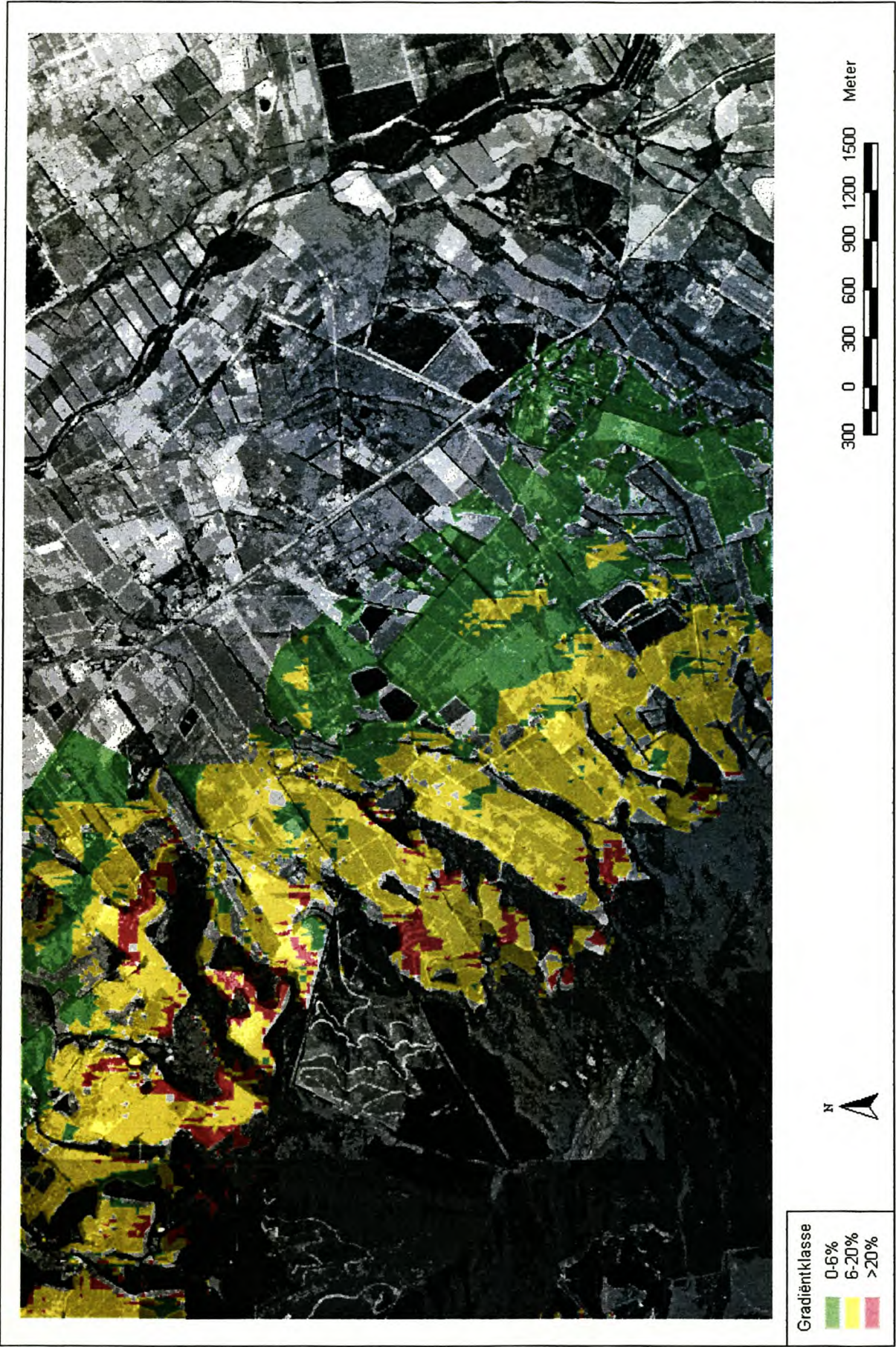
Soos in Figuur 14 gesien kan word, kom groot areas bewerkte grond op gradiënte steiler as 20% aan die oostelike, westelike en noordelike hellings van Simonsberg voor. Figure 15 en 16 dui hierdie areas aan die oostelike hellings van Simonsberg aan: Alhoewel hierdie areas groot oppervlakte beslaan, is dit meestal die randgebiede van aaneengeslote bewerkte areas wat in hierdie kategorie val. In die meeste gevalle is dit bewerkte areas teen die hoërliggende hellings van berge waar hierdie verskynsel sigbaar is.

Tabel 4 Bewerkte oppervlak per gradiëntklas

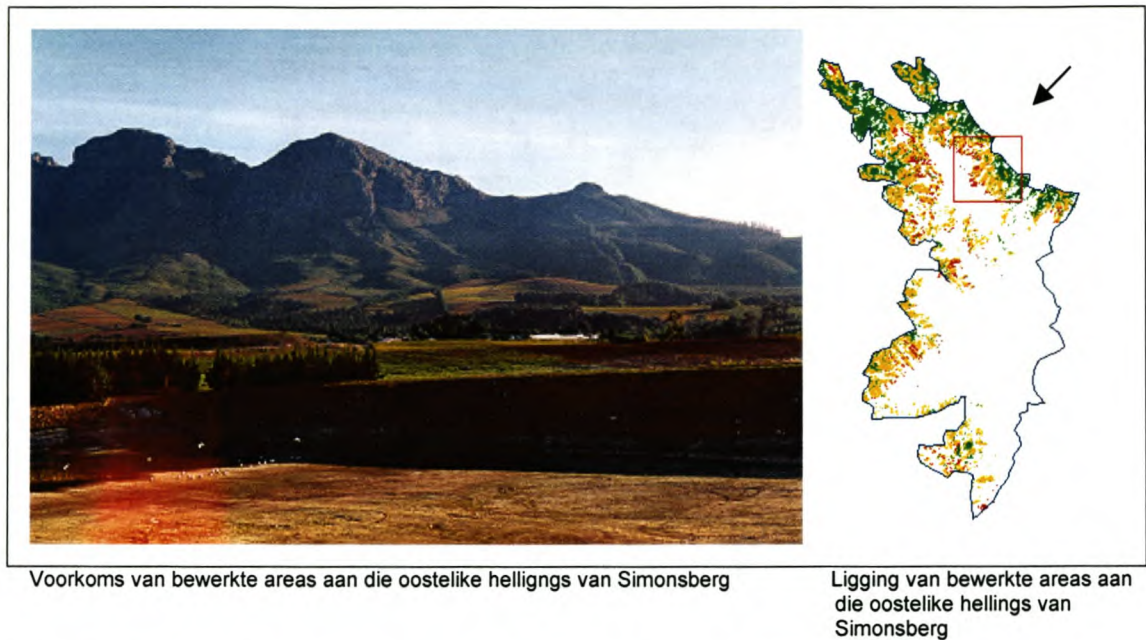
GRADIËNTKLAS	OPPERVLAKTE(ha)	% VAN TOTAAL
0-6%	5287.4	42.61
6-20%	6335.6	51.05
>20%	786.9	6.34
TOTAAL:	12409.9	100



Figuur 14 Ruimtelike verspreiding van bewerkte areas volgens gradiëntklas

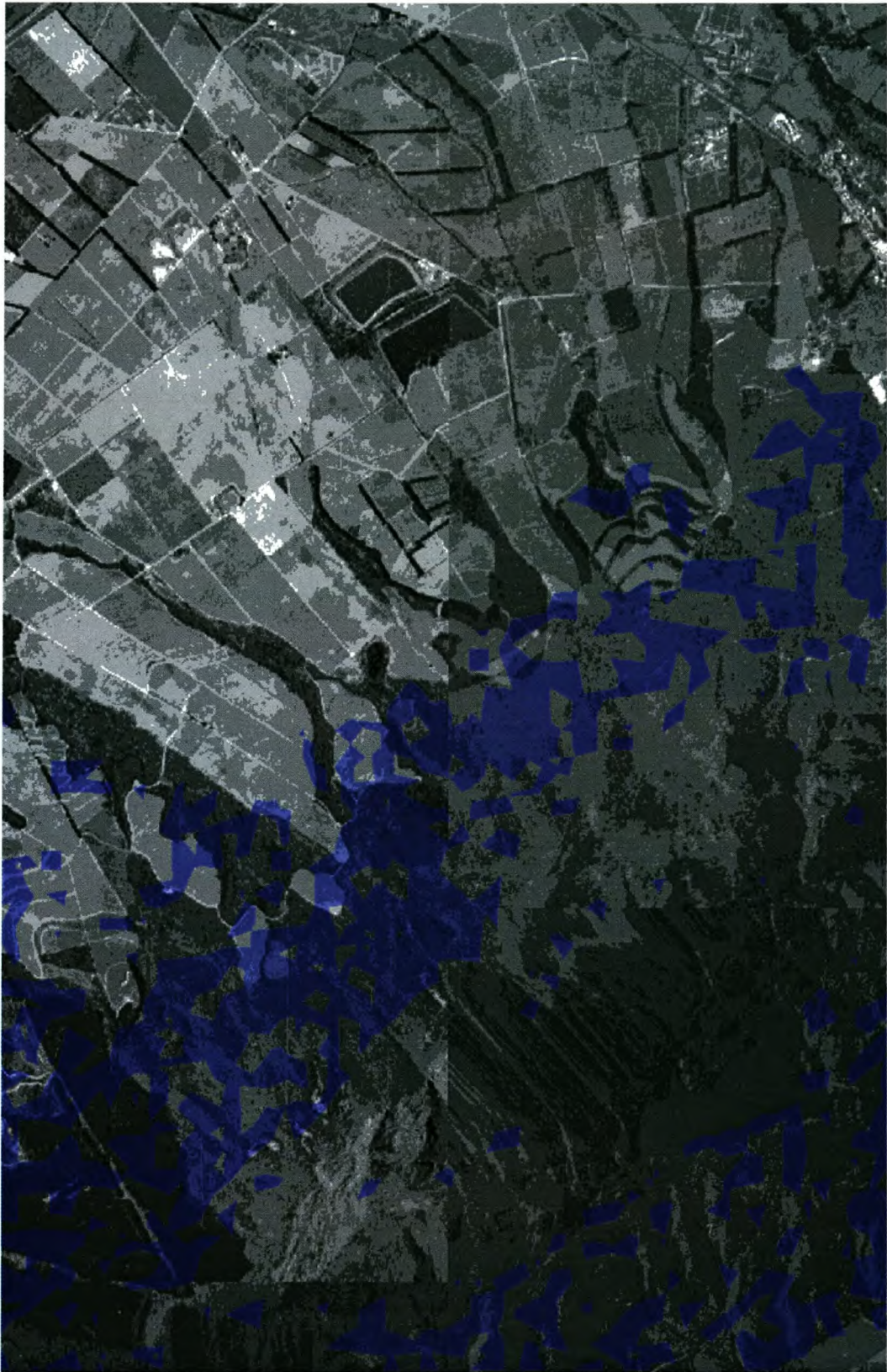


Figuur 15 Bewerkte areas op verskillende hellings aan die oostelike hellings van Simonsberg



Figuur 16 Bewerkte areas aan die oostelike hellings van Simonsberg (Oostelike aansig)

Wat die onmiddellike omgewing rondom Stellenbosch betref, kan die area wat teen die westelike hang van Botmaskop bewerk is, uitgesonder word. Figure 18, 19 en 20 dui hierdie area aan. Die hoogste gedeelte van hierdie bewerkte area oorskry die maksimum gradiënt van 20%. Hierdie area is 'n goeie voorbeeld om aan te toon hoe grond in die toekoms teen berghellings in die Boland bewerk kan word, indien op soortgelyke hoogtes en gradiënte met hierdie ontwikkelingstipe voortgegaan word. Figure 19 en 20 is foto's van hierdie area soos gesien vanaf Jonkershoekweg in Stellenbosch en van die bopunt van Botmaskop onderskeidelik.

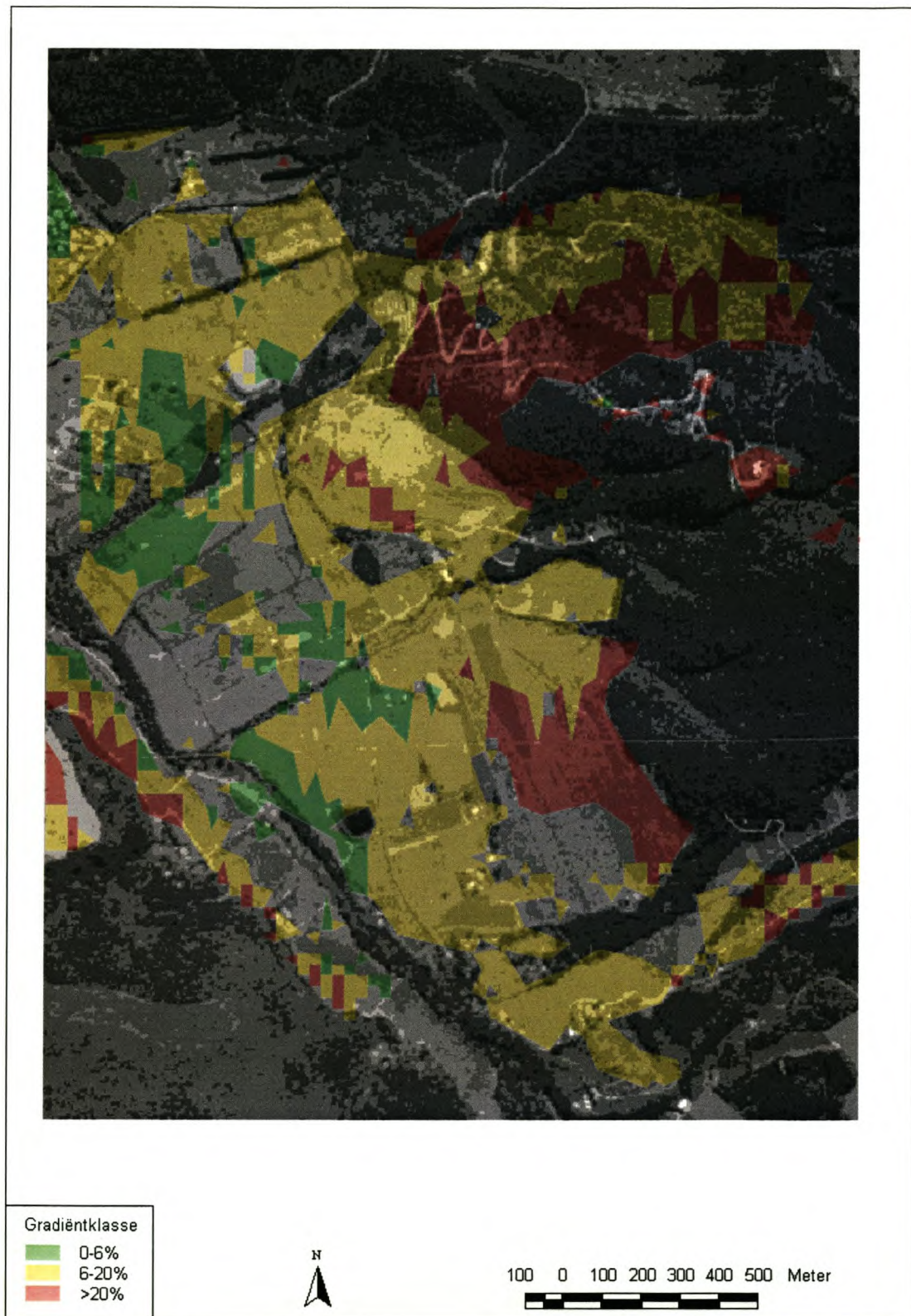


200 0 200 400 600 800 1000 Meter

N

■ Gradient: 20-40%

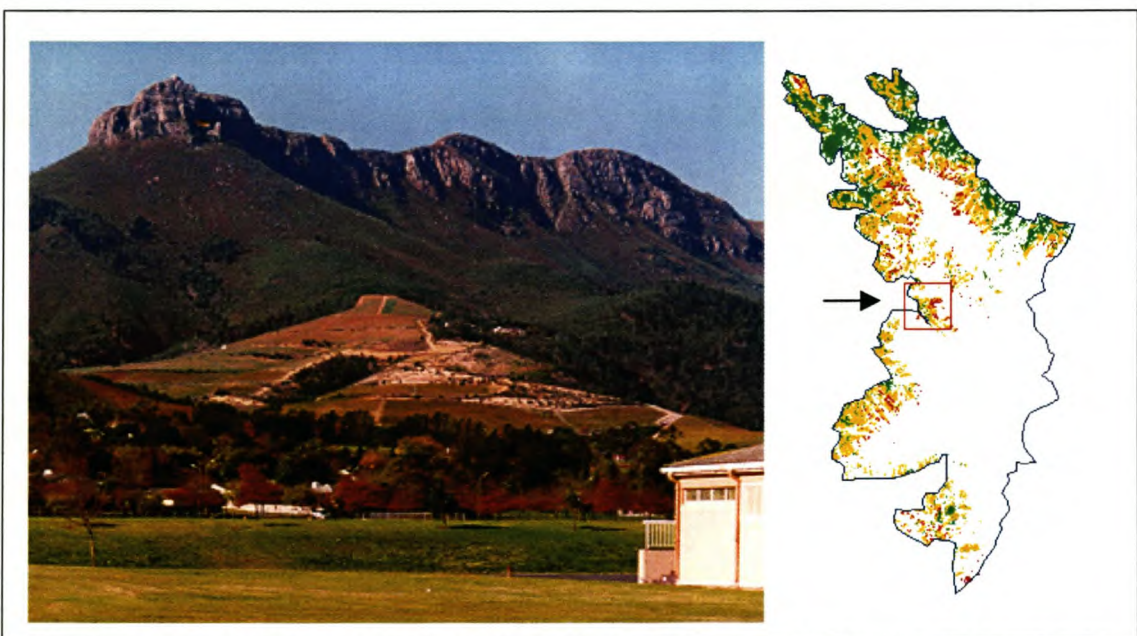
Figuur 17 Die 20-40%- gradiëntklas: Oostelike hellings van Simonsberg



Figuur 18 Bewerkte areas op verskillende hellings aan die westelike hang van Botmaskop



Figuur 19 Bewerkte areas aan die westelike hang van Botmaskop (Oostelike aansig)



Voorkoms van bewerkte areas aan die westelike hang van Botmaskop

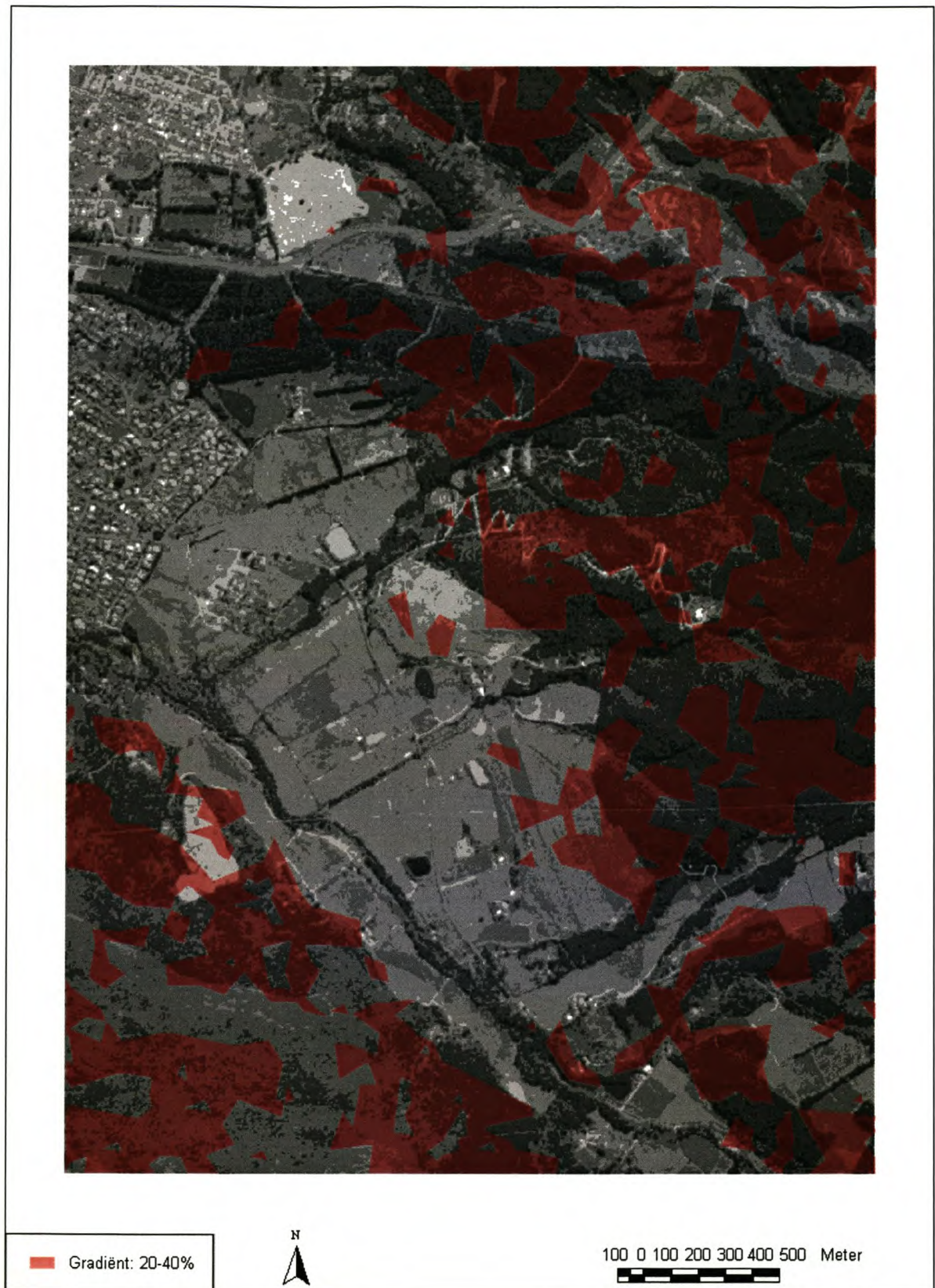
Ligging van bewerkte areas aan die westelike hang van Botmaskop

Figuur 20 Bewerkte areas aan die westelike hang van Botmaskop (Westelike aansig)

Alhoewel die klassifikasieproses van bewerkte areas relatief akkuraat is, is daar steeds enkele areas wat nie korrek in die geklassifiseer is nie (kyk Figuur 18). Die rede hiervoor is dat die spektrale eienskappe van hierdie areas dieselfde is as dié van ander grondgebruike en sodoende die korrekte klassifikasie van grondgebruike bemoeilik. Vir die omvang van die hele studiegebied is die akkuraatheid wat wel verkry is voldoende. Figuur 21 toon die 20-40% gradiëntklas van die bogenoemde area aan. Indien Figuur 18 en Figuur 21 met mekaar vergelyk word, is dit duidelik sigbaar dat daar geen bewerkte areas is wat nie in die klassifikasieproses geïdentifiseer is, wat in die 20-40% gradiëntklas val nie. Soortgelyke vergelykings kan onderskeidelik tussen figure 15 en 17 (Oostelike hellings van Simonsberg) en Figure 23 en 24 (Noordwestelike hellings van Helderberg) getref word. Op hierdie manier kan minimale sensitiewe areas geïdentifiseer word wat nie deur middel van oorleganalises geïdentifiseer is nie.

Alhoewel bogenoemde area vroeër deur bosbouplantasies beslaan is, is dit duidelik dat, indien omliggende areas op dieselfde hoogte en gradiënt geploeg sou word, 'n groot hoeveelheid van die natuurlike veld vernietig sou word. Die agtergrond lugfoto in Figure 18 en 21 dui egter nie al die bewerkte areas aan wat die foto in Figuur 20 aandui nie. Die rede hiervoor is dat die lugfotostel geneem is voor hierdie area bewerk is. Die visuele impak van 'n area soos dié kom ook ter sprake. Die vrae wat gevra moet word, is eerstens of oppervlaktes op berghellings, wat ekologies sensitiewe areas is, in die toekoms met wingerde vervang behoort te word en tweedens in watter mate toegelaat moet word dat daar verder teen steil, erosie-sensitiewe hellings geploeg word - 'n tipiese stryd dus tussen bewaring en ontwikkeling.

Aan die westelike hellings van Helderberg kom daar ook 'n hele aantal bewerkte areas bo die toelaatbare gradiënt voor (kyk Figure 22 en 23).

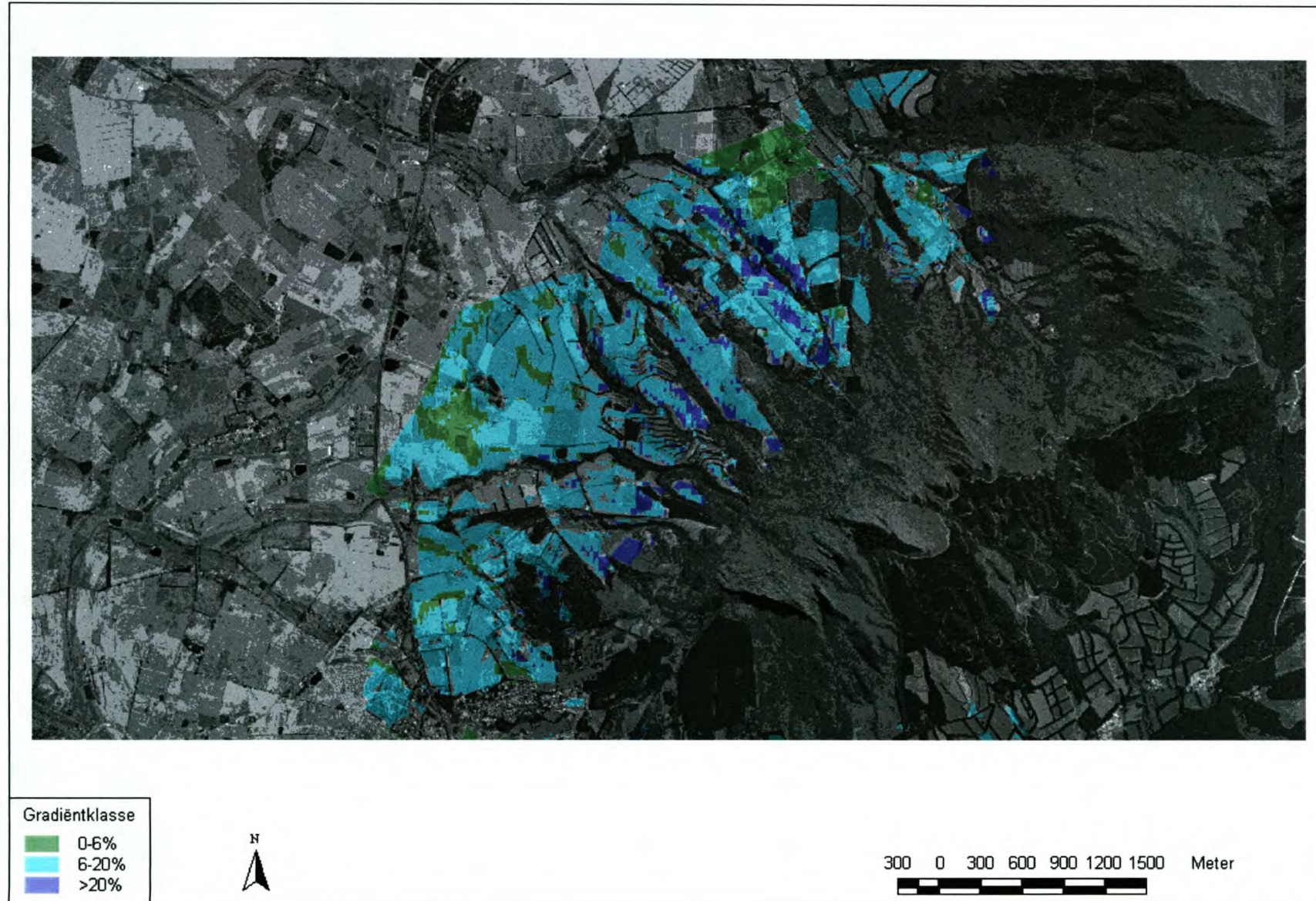


Figuur 21 Die 20-40%- gradiëntklas: Westelike hang van Botmaskop

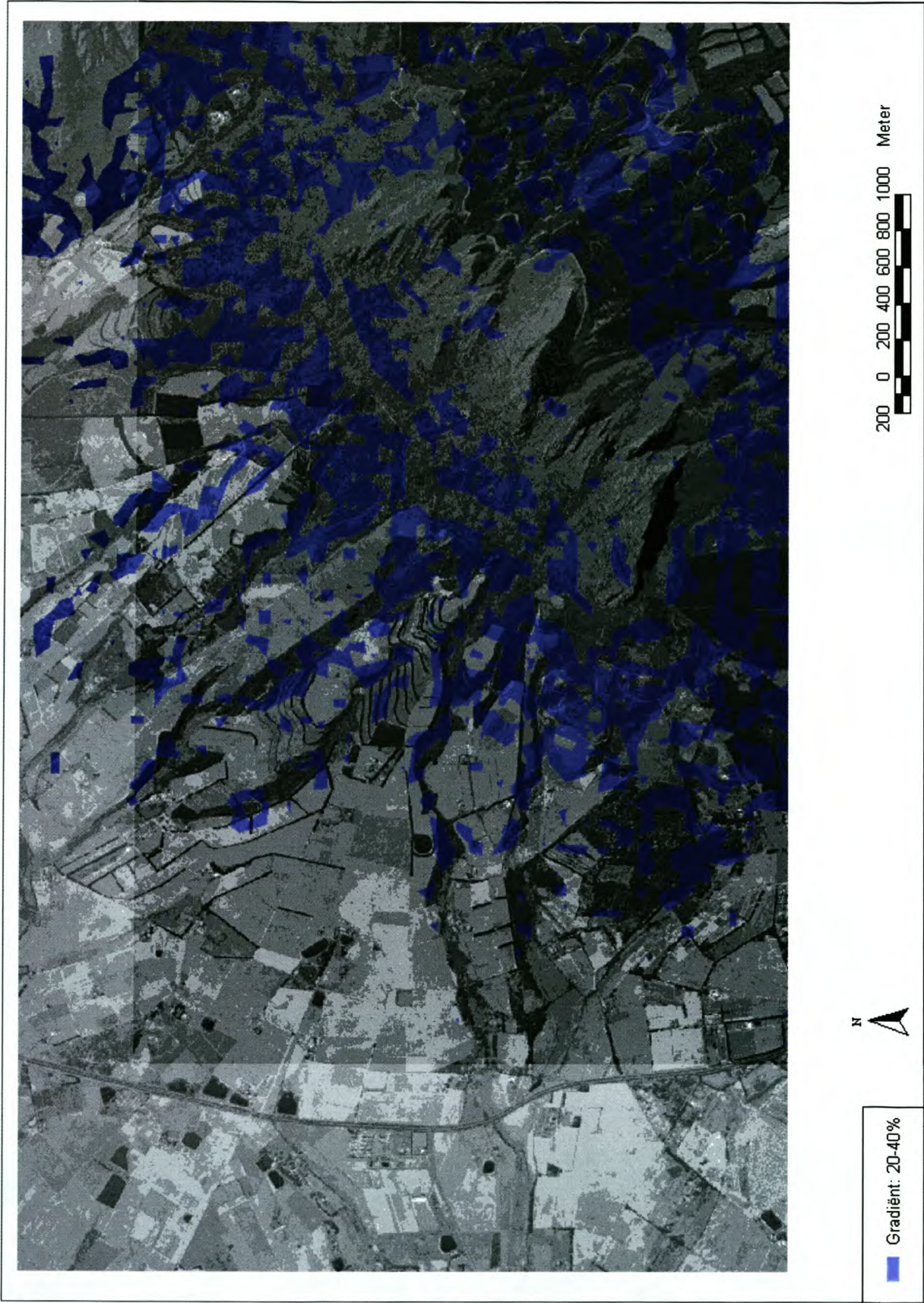


Figuur 22 Bewerkte areas aan die noordwestelike hellings van Helderberg (Noordwestelike aansig)

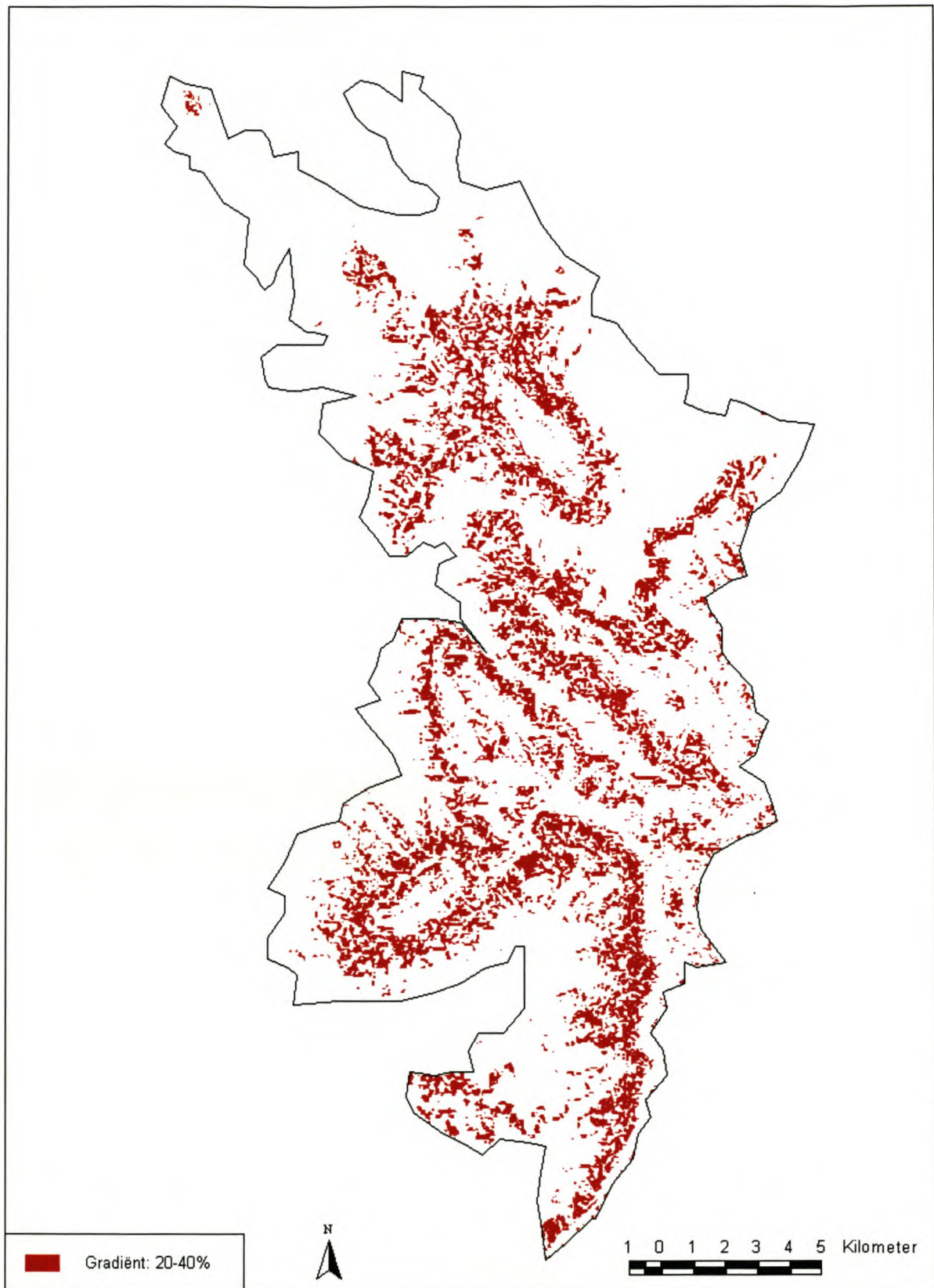
In figuur 26 word die areas waar grond op 'n gradiënt groter as 20% bewerk is, tesame met die erodeerbaarheid van die grondtipes aangedui. Hierdie kaart is saamgestel deur die oorleg wat areas met 'n gradiënt steiler as 20% bevat, met die erodeerbaarheidsdatastel te oorlê. Soos Figuur 26 aandui, het die meeste gronde in areas met 'n gradiënt van $>20\%$ 'n lae erodeerbaarheid. Enkele uitsonderings kom wel voor. Aan die westelike en oostelike hellings van Simonsberg kom daar gronde met medium tot medium-hoë erosiepotensiaal voor op hellings van $>20\%$ wat bewerk is. Op die noordwestelike hellings van Helderberg is ook sensitiewe areas wat deur medium erodeerbare gronde beslaan word. Wat uit hierdie bevindinge interessant is, is dat geen areas met hoogs erodeerbare gronde, bo 'n gradiënt van 20% bewerk is nie. In terme van landbou teen steil hellings wil dit dus voorkom asof dit met omsigtigheid geskied.



Figuur 23 Bewerkte areas op verskillende hellings aan die noordwestelike hellings van Helderberg



Figuur 24 Die 20-40%- gradiëntklas: Noordwestelike hellings van Helderberg



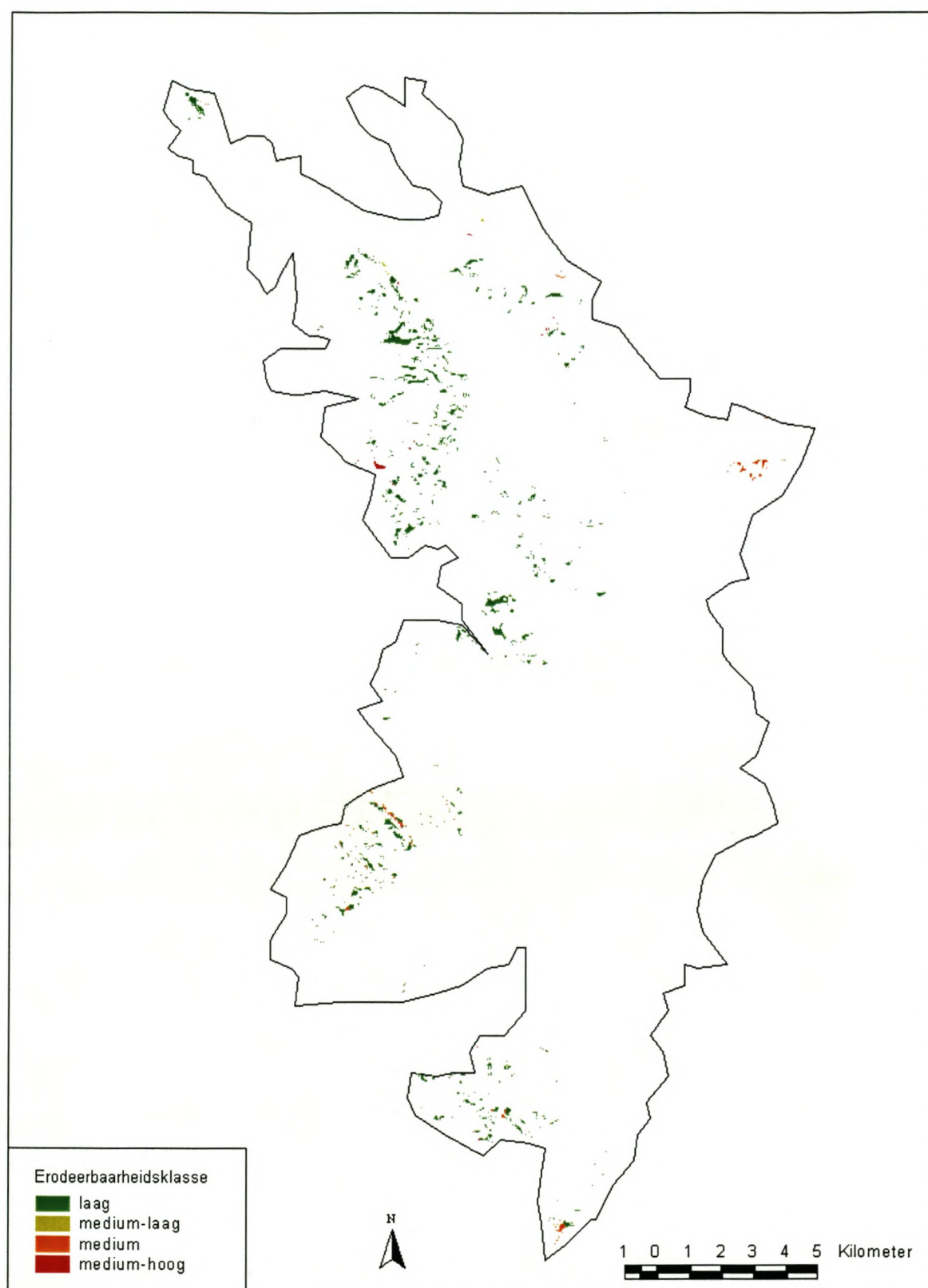
Figuur 25 Die 20-40%- gradiëntklas: Areas sensitief vir toekomstige landbou- ontwikkeling

Dit beteken egter nie dat hierdie areas nie vir erosie sensitief is, bloot omdat die grondtipes oorwegend 'n lae erodeerbaarheid het nie. Daar moet onthou word dat die verhouding tussen die gradiënt van 'n bewerkte helling en die erodeerbaarheid van die grondtipes daarop, relatief bly in die identifisering van ontwikkelings sensitiewe areas. Die doel hier is om sensitiewe areas eerstens te identifiseer volgens die gradiënt en tweedens volgens die erodeerbaarheid van die grondtipes. 'n Area waar daar byvoorbeeld teen steil gradiënte met lae erodeerbare gronde geploeg is, is ook onwenslik. Die erodeerbaarheid van grondtipes kan dus as 'n addisionele faktor dien met die identifisering van ontwikkelings sensitiewe areas.

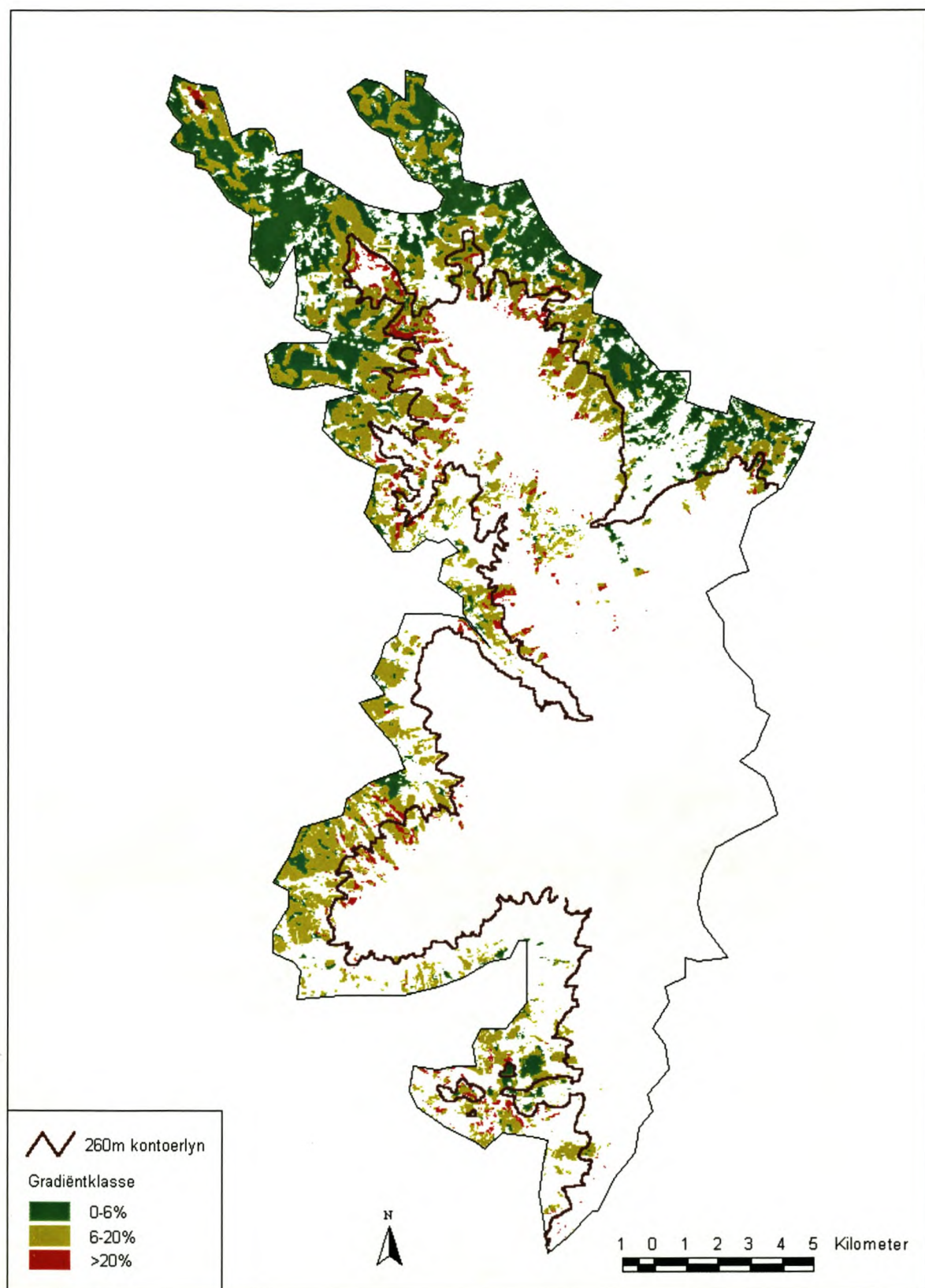
Ontwikkelings sensitiewe areas kan in die toekoms volgens meer vereenvoudigde kriteria uitgewys word. In plaas daarvan dat 'n boer gradiëntdata raadpleeg (wat nie algemeen beskikbaar is nie), kan kontoerdata vanaf 'n ortofotokaart of topografiese kaart geraadpleeg word. Hierdie bepaling is egter nie absoluut nie, maar kan dien as 'n algemene riglyn.

'n Spesifieke kontoerlyn kan geïdentifiseer word wat min of meer saamval met areas wat die maksimum perk vir landbou- ontwikkeling ten opsigte van die gradiënt oorskry. Hierdie lyn sal dus verkieslik net laer wees as die meeste sensitiewe areas wat bepaal is. Deur 'n spesifieke kontoerlyn as maksimum hoogte te spesifiseer, sal uit 'n eroderingsoogpunt nie net gekeer word dat ontwikkelings op ongewenste gradiënte plaasvind nie, maar ook dat die visuele impak van landbou- ontwikkelings, asook die bewaring van natuurlike veld, positief hierdeur geraak word.

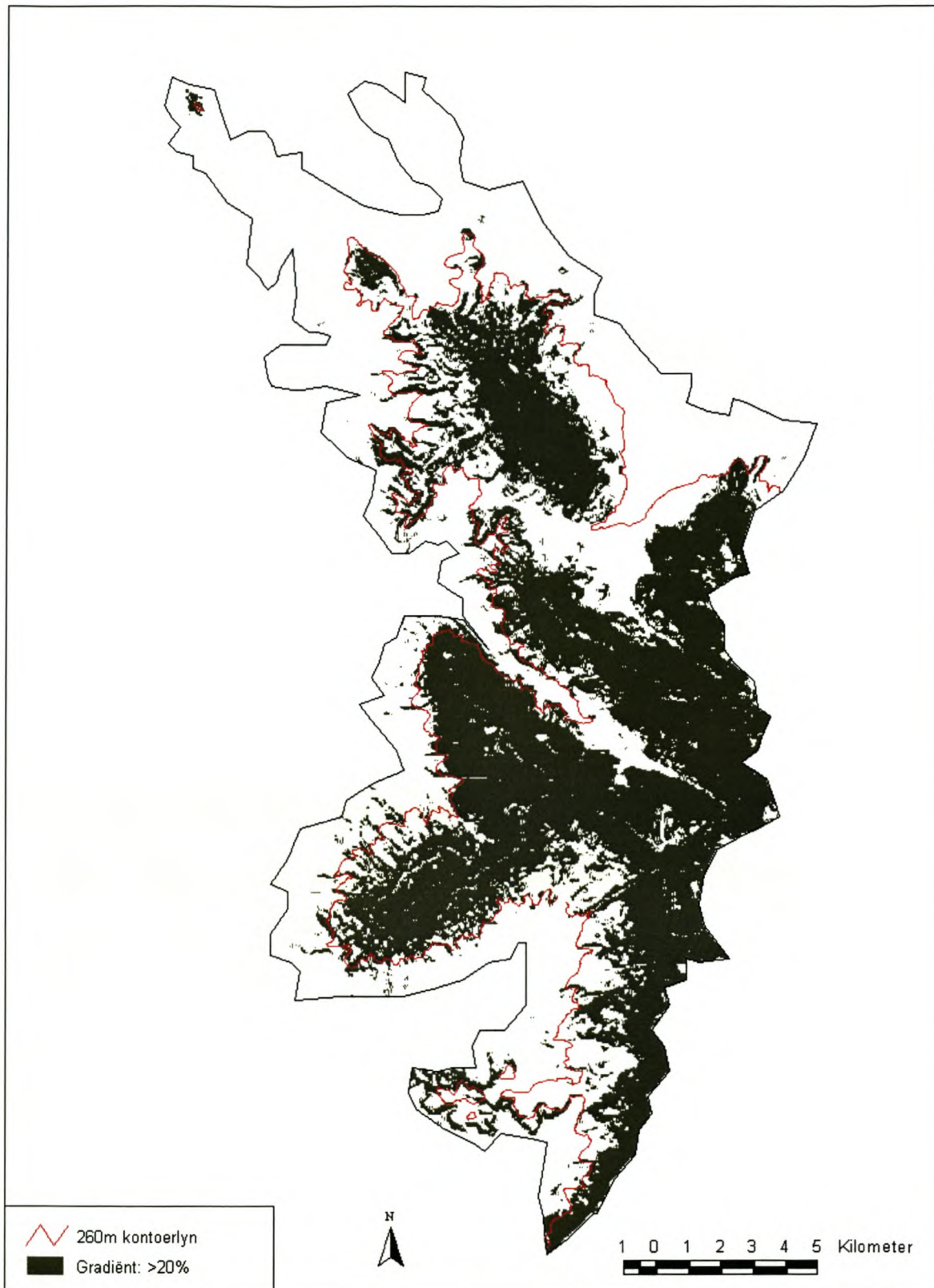
Daar is met verskeie maksimum hoogtelyne geëksperimenteer deur kontoerdata oor te lê met die oorleg wat die maksimum gradiënt (20%) vir grondbewerking aandui. In Figuur 27 word die 260m- kontoerlyn saam met die bewerkte areas in die onderskeie gradiëntklasse aangedui. Op hierdie kaart is dit duidelik dat die 260m- kontoerlyn in die meeste areas as 'n geskikte



Figuur 26 Bewerkte areas op gradiënte groter as 20% in verhouding tot die erodeerbaarheid van die grontipes



Figuur 27 Die 260m- kontoerlyn as maksimum voorgestelde hoogte vir grondbewerking



Figuur 28 Die verhouding tussen die 260m- kontoerlyn en die maksimum gradiënt vir grondbewerking

maksimum hoogte vir landbou-ontwikkeling kan dien. Dié kontoerlyn val min of meer saam met areas waar dit weens die gradiënt sensitief begin raak om grond te bewerk. Vanuit hierdie bevindinge word voorgestel dat landbou-ontwikkeling in die studiegebied tot die 260m- hoogtelyn beperk word. Enkele sensitiewe areas kom egter wel onder hierdie hoogtelyn voor. Om hierdie rede word daar aanbeveel dat die gradiënt van die hellings noukeurig in ag geneem moet word indien die data geredelik beskikbaar is. Die 260m- hoogtelyn is met ander woorde slegs 'n rowwe aanduiding van 'n perk wat gestel word vir landbou- ontwikkeling teen die berghellings in die studiegebied.

Figuur 25 dui 'n sogenaamde gevaarsone aan wat areas sensitief vir toekomstige landbou-ontwikkeling uitwys. Dié areas het 'n gradiënt van 20-40%. Dit is dus prakties moontlik om te ontwikkel, maar is weens die steil gradiënt nie wenslik nie. Daar word dus van die veronderstelling uitgegaan dat grondbewerking op hellings met gradiënte groter as 40% onprakties is. Figure 17, 21 en 24 dui hierdie gevaarsone aan vir onderskeidelik die oostelike hellings van Simonsberg, die westelike hang van Botmaskop asook die noordwestelike hellings van Helderberg.

5.2 BOSBOU

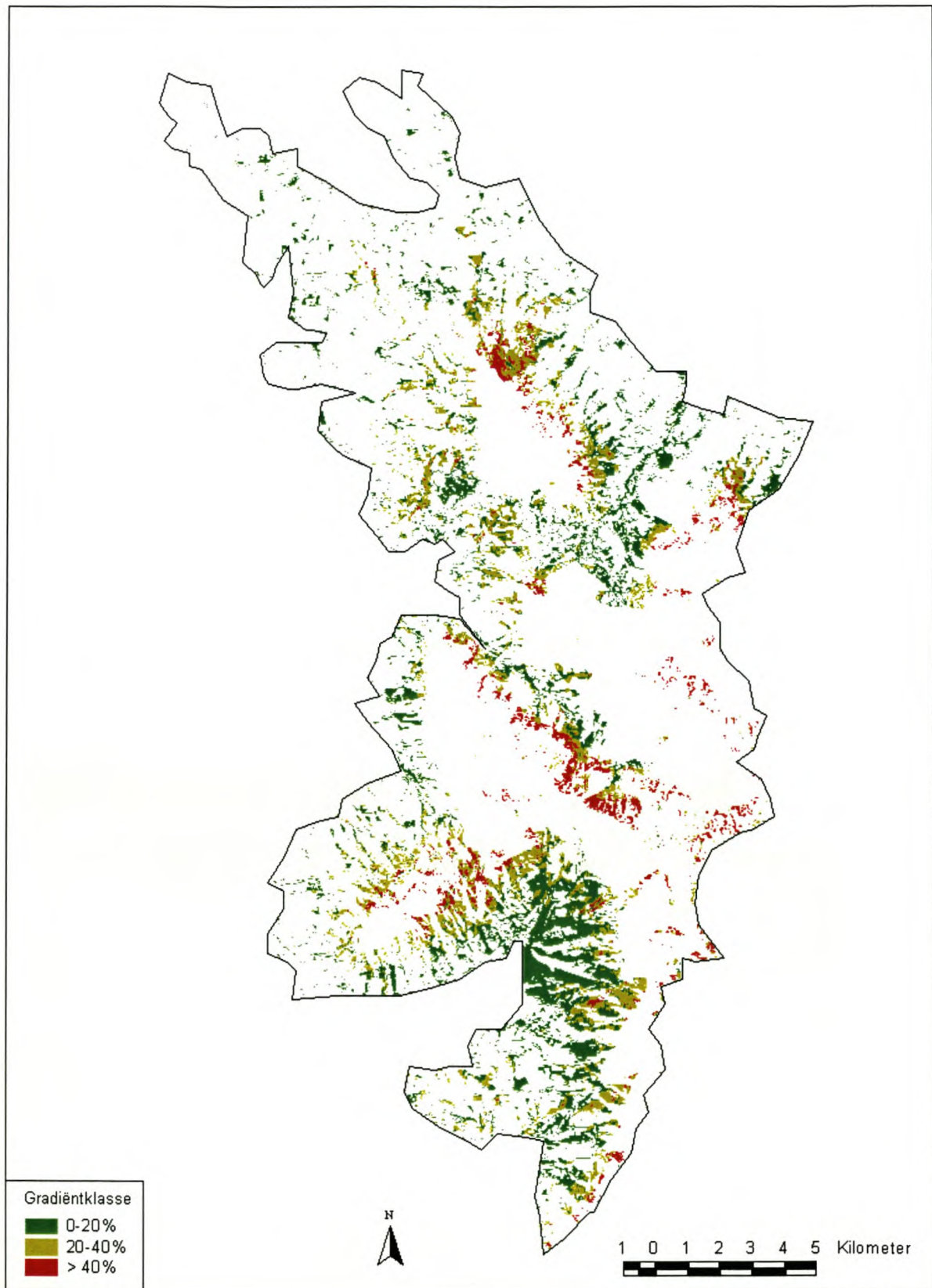
Soos in afdeling 1.5.3 bespreek, is die identifisering van ontwikkeling-sensitiewe areas ten opsigte van bosbou problematies aangesien geen riglyne bestaan vir die aanplant van bome teen hellings nie. Daar is slegs beperkinge op die gebruik van masjinerie op sekere gradiënte en streng maatreëls geld hier (Greeff, 1999). 'n Onderwerp wat verdere navorsing verg, is die verhouding tussen erosie van die bogrond en die spesifieke gradiënt.

Faktore wat gronderosie in hierdie areas kan beïnvloed, is die gradiënt, die onderliggende grontipes en ook die ouderdom van die plantasie. Gedurende die tydperk tussen die afkap van nuwe bosse en die plant van nuwe bome is die onderliggende gronde (veral teen steil gradiënte) meer sensitief vir erosie. Daar is twee redes hiervoor. Eerstens is die grond meer blootgestel aan

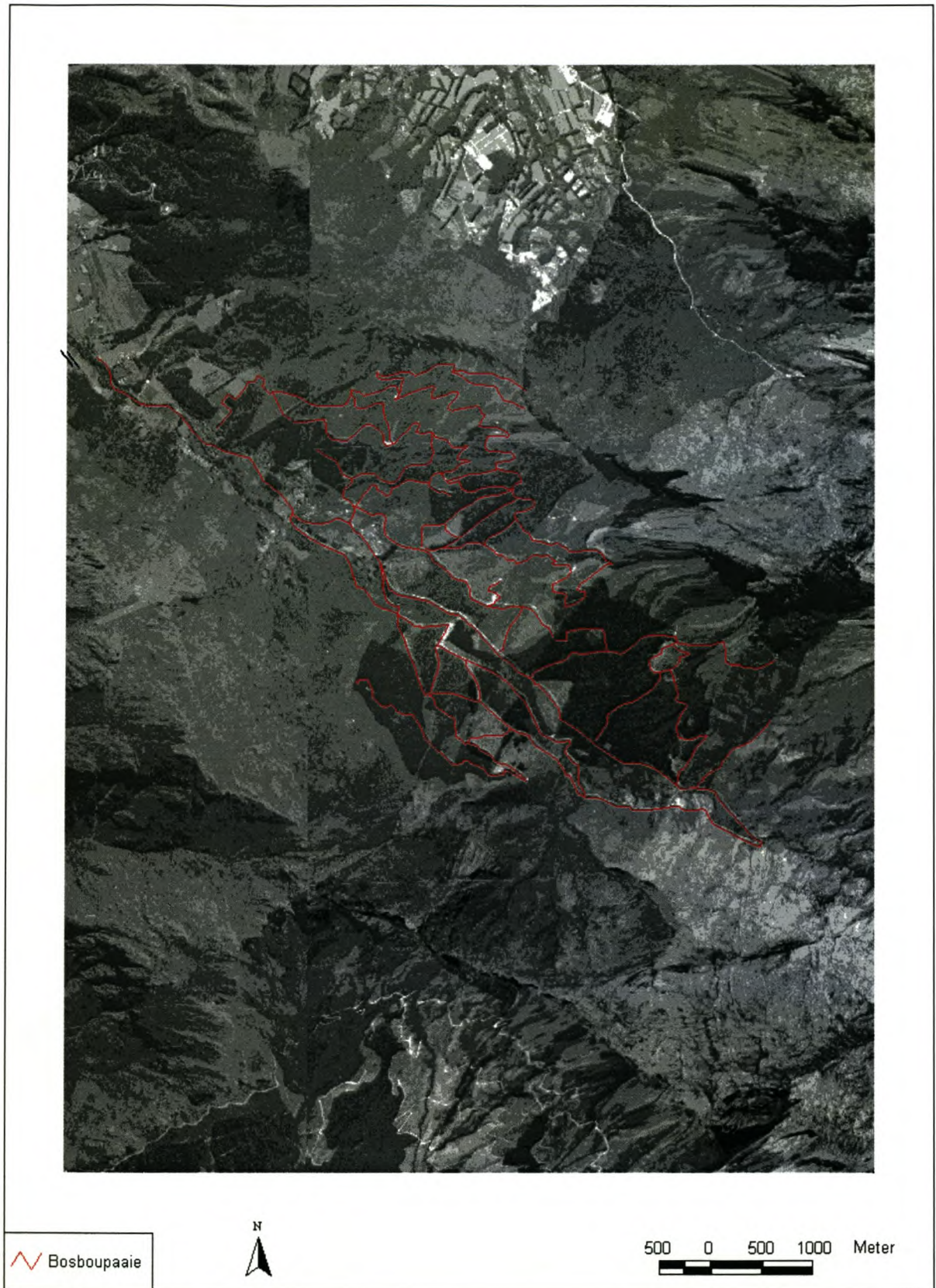
erosie aangesien dit nie meer deur plantegroei bedek word nie. Plantasies beskerm die gronde teen gronderosie deurdat die boomtoppe die impak van reëndruppels wat die grond tref, verswak. Die blaarbedekking vertraag ook dikwels watervloei (Nicholls, 1999). Die tweede rede waarom gronde meer sensitief is in hierdie tydperk is omdat masjinerie grondkompaksie tot gevolg kan hê. As gevolg van kompaksie word die wortelverspreiding van nuwe bome eerstens belemmer en tweedens word die afloop van water teen steil gradiënte vermeerder wat bydra tot 'n groter gevaar vir gronderosie (Warkotsch, 1994). Wanneer nuwe bome geplant word, word plantdoders dikwels aangewend om ander plantegroei in die area te beheer maar daardeur word die erosiegevaar egter ook verhoog (Nicholls, 1999).

Die plantasies in die studiegebied bestaan hoofsaaklik uit die *pinus pinaster*- en *pinus radiata*- denneboomspecies. Die feit dat hierdie spesies uitheems is, kan ook 'n negatiewe invloed hê. Eerstens verminder dit biodiversiteit en tweedens kan dit na fynbosareas versprei. Die hoofrede vir die hoë ligging van plantasies in die studiegebied is die hoë reënval op die hoër hellings van die berge. Die hoë waterverbruik van hierdie uitheemse spesies is 'n addisionele probleem wat tans landwyd aangespreek word. Die sogenaamde *Working for Water*- program het ten doel om uitheemse plantspesies in opvangsgebiede stelselmatig uit te roei. Uitheemse plante het 'n hoër waterverbruik en deur hierdie spesies te elimineer kan die afloop in riviere vermeerder word (Nicholls, 1999). Alhoewel die gebruik van water deur plantasies 'n probleem is, kan dit egter die afloop en sodoende ook die erosiegevaar verminder.

Wat die estetiese aspek van plantasies teen 'n berghelling betref, is dit net soos in die geval van geboue en strukture, subjektief van aard. 'n Mens moet in gedagte hou dat hierdie areas op 'n stadium met natuurlike veld bedek was. Sou 'n mens nie liever vandag die oorspronklike natuurlike veld in hierdie areas wou sien nie? Fynbos kan egter nie maklik in areas wat voorheen deur plantasies beslaan is, hervestig word nie (Gerber, 1999).



Figuur 29 Bosbouplantasies in verhouding tot die gradiënt waarop dit voorkom



Figuur 30 Bosboupaaie in die Jonkershoekvallei

Hierdie feit kan ook 'n debat oor die etiek ten opsigte van die ontwikkeling van hierdie areas vir plantasies ontlok.

Ten spyte van 'n gebrek aan riglyne vir 'n maksimum gradiënt vir bosbou, is in hierdie studie gelet op die gradiënte waarop hierdie ontwikkelings tans voorkom. Hoe ontwikkelings sensitief hierdie areas egter is, is 'n subjektiewe vraag en nog navorsing word benodig om hierdie vraag te beantwoord.

Dieselfde gradiëntdata wat vir landbou gebruik is (kyk vorige afdeling), is met die bosbougebiede (Figuur 8) vergelyk. Daar is gevind dat die meeste bosbou areas op hellings van >20% geleë is en dat daar selfs bosbou op gradiënte van >40% voorkom (kyk Figuur 29).

Met die identifisering van plantasies is vasgestel dat lineêre ontwikkelings soos bosbou paaie ook volop teen steil berghellings voorkom. Plantasies en geboue moet deur paaie bedien word. Die bosbou paaie in die Jonkershoekvallei, word in Figuur 30 aangedui. Hierdie voorbeeld bevestig dat daar sekere sekondêre ontwikkelings teen berghellings kan voorkom as gevolg van ontwikkelings soos bosbou plantasies in hierdie geval, asook ander tipes ontwikkeling soos geboue. Die impak hiervan op die omgewing verg meer navorsing, maar die aanname kan gemaak word dat dit hierdie areas eerstens meer toeganklik maak vir die mens en tweedens aanleiding kan gee tot verdere ontwikkeling teen berghellings wat 'n negatiewe impak op die omgewing kan hê. Sekondêre ontwikkelings kan ook vanuit 'n estetiese oogpunt 'n negatiewe invloed hê op berghellings weens die sigbaarheid daarvan vanaf die omliggende omgewing.

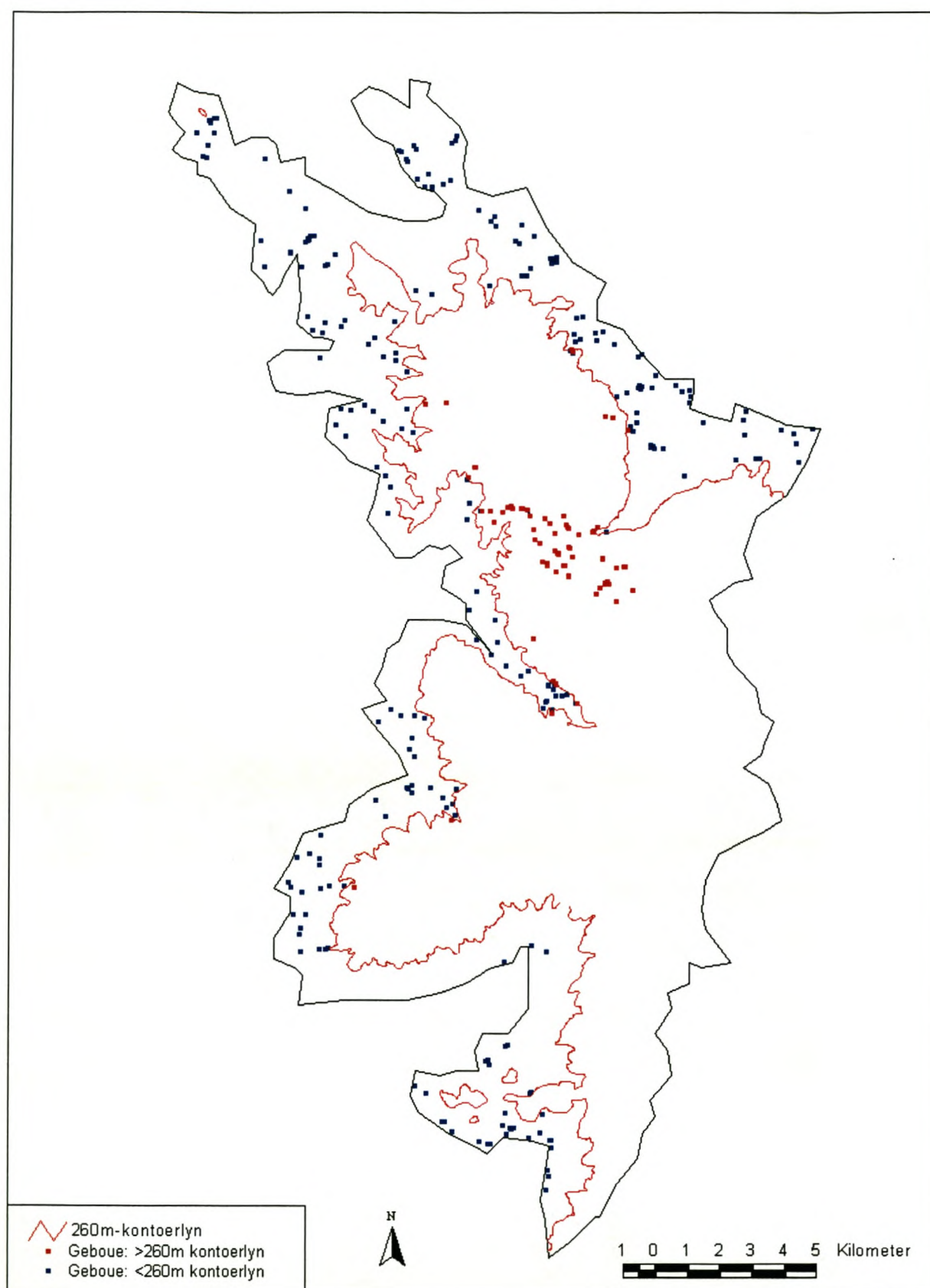
5.3 GEBOUE EN STRUKTURE (STEDELIKE ONTWIKKELING)

Weens subjektiwiteit is dit problematies om te besluit watter ontwikkelings as sensitief geklassifiseer kan word en watter nie. Vanuit 'n estetiese oogpunt kan geboue wat teen steil hellings opgerig word, onaanvaarbaar wees. In hierdie verband kan verwys word na die gepaardgaande aktiwiteite soos gastehuse en restaurante op prestige- wynplase in die Boland wat in die afgelope tyd baie gewild begin raak het. Of dit egter by die landelike omgewing inpas, word bevraagteken.

In die studie van Tait (1994) word die visuele impak van landskapkomponente (soos byvoorbeeld geboue) gekwantifiseer deur middel van attribute soos klas, oorsprong, hoogte, toestand en kulturele waarde. 'n Gebou met kulturele waarde sal byvoorbeeld 'n groter visuele aantreklikheid hê. Indien hierdie attribute op die betrokke studiegebied van toepassing gemaak sou word kan die aanname gemaak word dat die meeste geboue in die studiegebied 'n lae waarde sal hê en sodoende as visueel onaanvaarbaar geklassifiseer kan word. Aangesien meeste geboue hoog teen die berghellings voorkom, wat die kanse op sigbaarheid vanaf die omliggende omgewing vergroot, dra by tot die probleem. Die meeste van die geboue teen die hoër hellings in die studiegebied is ook relatief nuut en het dus nie kulturele waarde nie. Ook die feit dat 'n gebou 'n onnatuurlike of 'n mensgemaakte struktuur is, tel teen sy estetiese waarde.

Aangesien geboue en stedelike areas bo 'n sekere kontoerlyn as esteties onaanvaarbaar of onwenslik beskou kan word, is besluit om sulke gebiede in die studiegebied te identifiseer. Indien 'n mens die veralgemening kan maak dat hoe hoër 'n gebou teen 'n berghelling voorkom, hoe meer sigbaar dit vanaf die omliggende omgewing sal wees, kan hierdie analise 'n aanduiding gee van die areas waar geboue op ontwikkelings sensitiewe areas voorkom.

Soos met landbou en bosbou is die geboue en strukture bo die 260m-kontoerlyn geïdentifiseer. Soos Figuur 31 aandui, is dit hoofsaaklik die areas

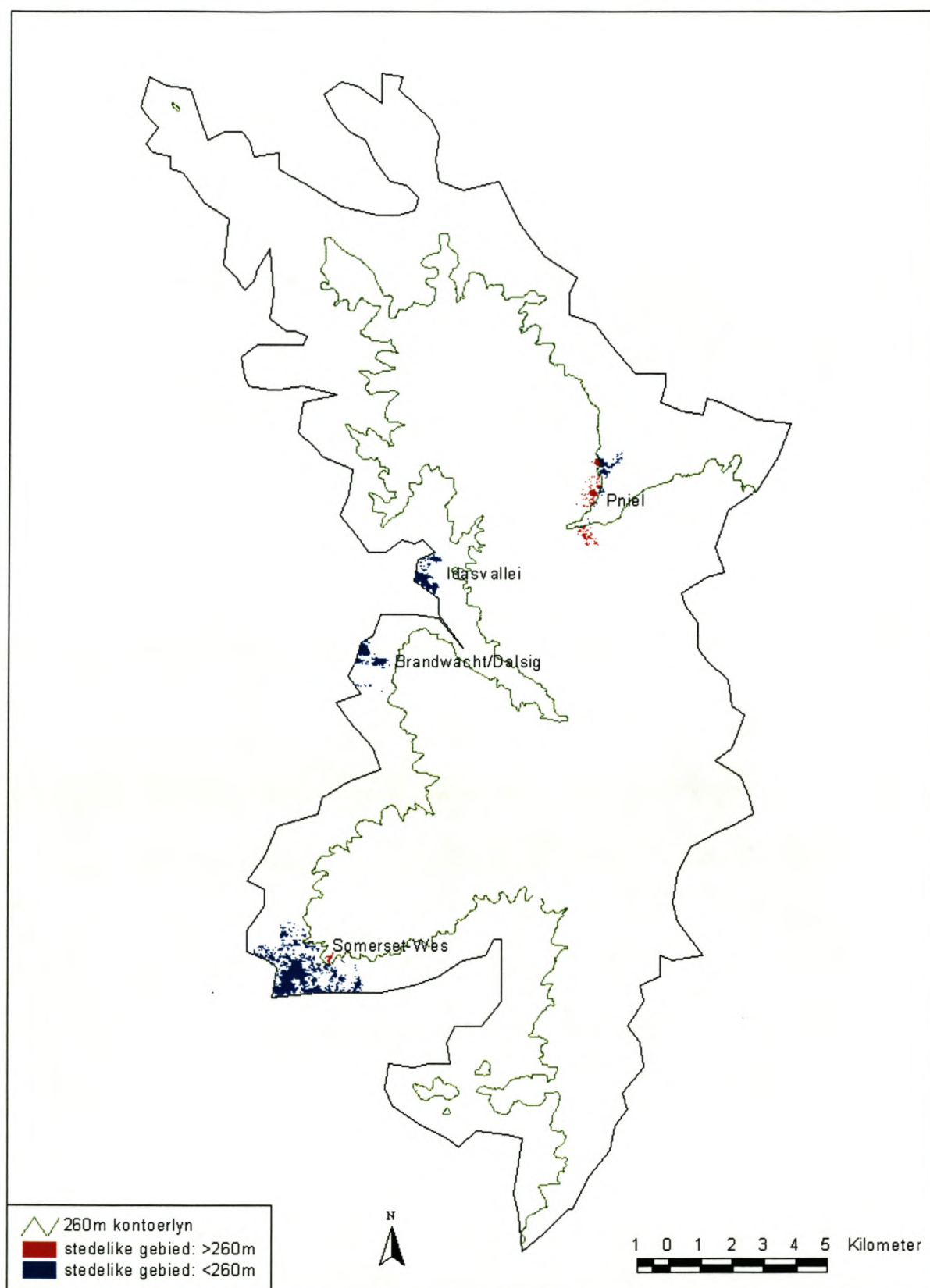


Figuur 31 Geboue en strukture wat bo die 260m- kontoerlyn voorkom

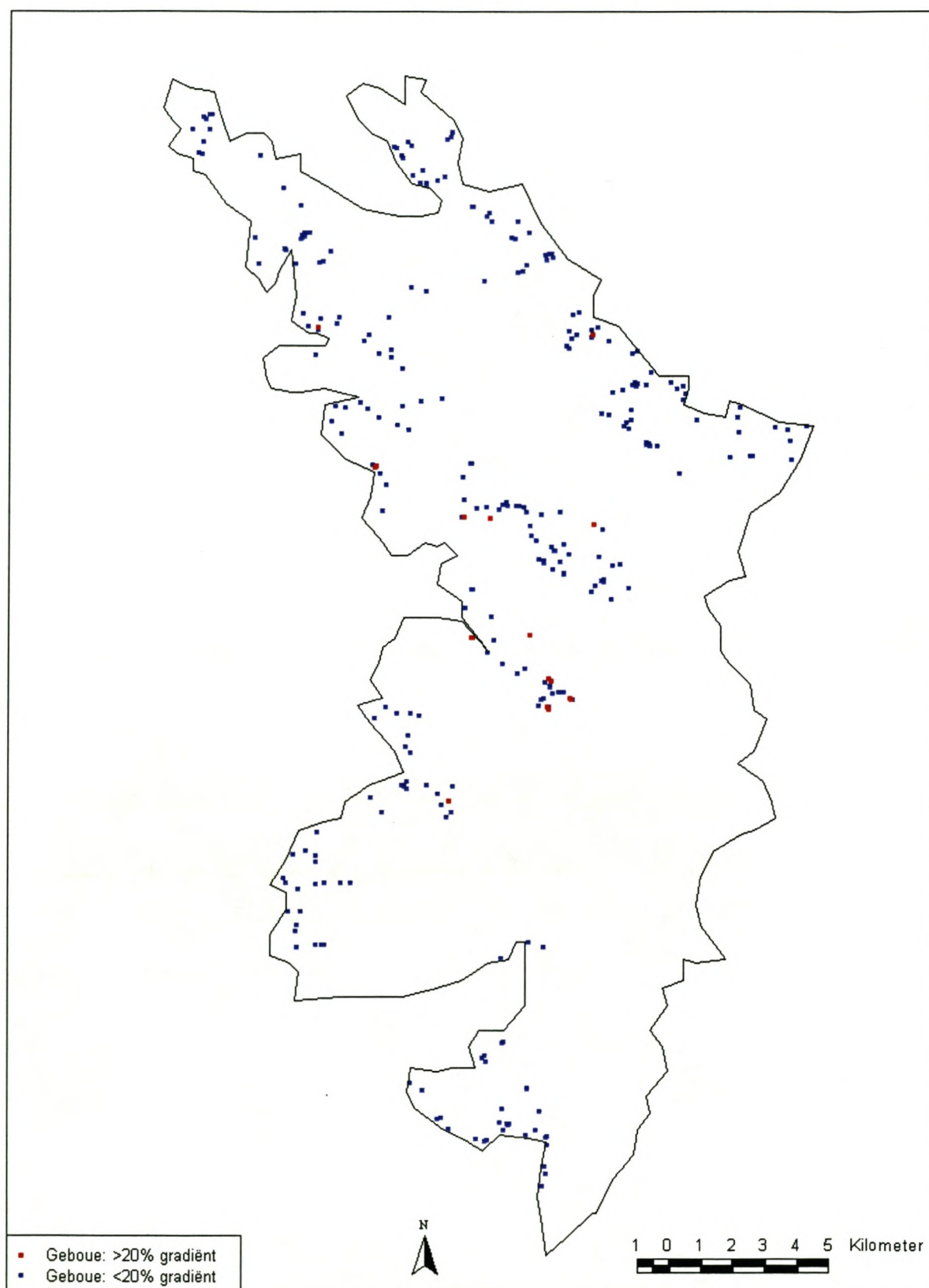
teen die suidwestelike hange van Simonsberg wat hierdeur geraak word. Wat stedelike areas betref is dit hoofsaaklik Pniël teen die suid-oostelike hellings van Simonsberg, wat bo die 260m -kontoerlyn voorkom (kyk Figuur 32). Die poligone waaruit hierdie oorleg bestaan, is weens kartografiese redes na 'n puntoorleg omgeskakel (kyk Afdeling 1.5.4).

Daar is besluit om die maksimum gradiënt vir grondbewerking ook as maatstaf ten opsigte van geboue, strukture sowel as stedelike ontwikkeling te gebruik. Losstaande geboue wat op 'n gradiënt steiler as 20% voorkom is geïdentifiseer en sowat 11.6% val in hierdie klas (kyk Figuur 33). Die meeste van die geboue en strukture kom in die Jonkershoekvallei en teen die suidwestelike hellings van Simonsberg voor.

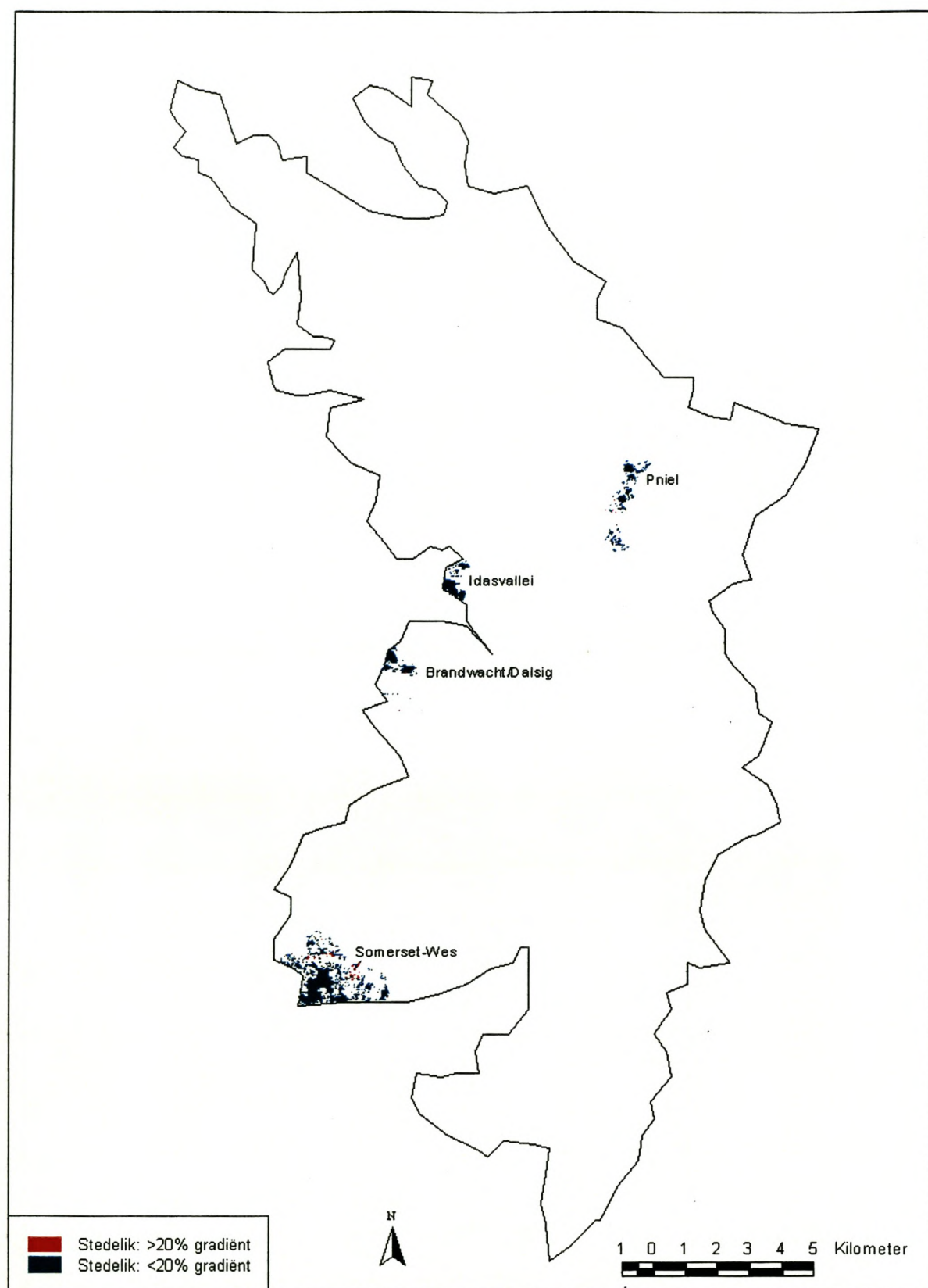
Dieselfde prosedure is op stedelike ontwikkeling uitgevoer. In hierdie geval word die areas deur rasterpoligone in plaas van punte voorgestel aangesien ontwikkeling meer gekonsentreerd voorkom. Soos in Figuur 34 gesien kan word, is dit hoofsaaklik areas in die suide van die studiegebied in die omgewing van Somerset-Wes waar die dorpsontwikkeling teen 'n gradiënt van >20% voorkom. Die omvang van hierdie areas is egter gering.



Figuur 32 Stedelike gebied wat bo die 260m- kontoerlyn voorkom



Figuur 33 Geboue en strukture op 'n gradiënt steiler as 20%



Figuur 34 Stedelike gebied op 'n gradiënt steiler as 20%

6 SINTESE

Die finale doelwit van die studie was om 'n stel riglyne uit die bevindinge van die studie te ontwikkel.

Wat landbou- ontwikkeling teen steil hellings betref, word voorgestel dat die huidige riglyn, naamlik 'n 20%- maksimum gradiënt, in die toekoms met meer kontrole gehandhaaf moet word. Indien gradiëntdata nie gereedelik beskikbaar is nie, moet die 260m- kontoerlyn as maksimum hoogte vir grondbewerking gebruik word. Aangesien daar wel areas met 'n gradiënt steiler as 20% onder die 260m- kontoerlyn voorkom, kan hierdie riglyn egter nie as absoluut beskou word nie. Ook vanuit 'n estetiese en ekologiese beskouing kan die 260m- kontoerlyn dien as afsnypunt vir landbou- ontwikkeling teen berghellings.

Die erodeerbaarheid van grondtipes behoort 'n baie groter rol te speel by die bepaling van areas teen berghellings waarteen grond bewerk mag word nie. Medium tot hoë erodeerbare grondtipes moet weens hul sensitiwiteit vir erosie moontlik 'n laer maksimum gradiënt van 12% vir grondbewerking hê. Daar is besluit op dié spesifieke afsnypunt van 12% aangesien dit volgens die Wet op Landbou No.9238 van 1984 die keerpunt is vir meer erodeerbare grondtipes in ander streke van die R.S.A.

Aangesien daar hoofsaaklik lae erodeerbare grondtipes in die studiegebied voorkom, word die vraag gevra of die gradiënt waarteen daar in sekere areas in die studiegebied geploeg word, nie noodwendig 'n wesenlike probleem ten opsigte van erosie is nie.

Alhoewel dit grootliks gronde met lae erosiepotensiaal is wat in die studiegebied voorkom, word steeds voorgestel dat die gradiënt nie 20% oorskry nie. Twee redes kan hiervoor aangevoer word. Eerstens sal eenvoud op hierdie manier bevorder word en tweedens is selfs lae erodeerbare grondtipes geneig om teen steil berghellings te erodeer. Grondbewerking teen

té steil hellings is met ander woorde ongewens, afgesien van die onderliggende grondtipe.

Soos reeds genoem, bestaan daar geen riglyne wat geboue, strukture en stedelike ontwikkeling betref nie. Om hierdie rede is bepaal watter geboue en strukture op areas voorkom wat die maksimum gradiënt vir grondbewerking van 20% oorskry. Die navorser stel voor dat geen geboue en strukture op 'n gradiënt >20% opgerig moet word nie. Hierdie riglyn kan veral 'n impak op toekomstige stedelike residensiële areas wat op die grense van stedelike nedersettings ontwikkel, hê. In 'n bergagtige area soos Stellenbosch beteken dit dat hierdie ontwikkelings teen steil berghellings kan plaasvind. Die verskynsel van stedelike uitbreiding teen berghellings kan dus beheer word deur hierdie riglyn toe te pas.

Alhoewel die 260m- kontoerlyn as die maksimum hoogte vir landbou voorgestel word, word 'n maksimum hoogte van 240m vir die ontwikkeling van geboue en strukture in die studiegebied voorgestel. Die rede hiervoor is dat die 240m- kontoerlyn in die meeste gevalle net onder die 20%- gradiëntlyn voorkom en dit ook die maksimum hoogte is waarop stedelike residensiële ontwikkeling in Stellenbosch tot op hede plaasgevind het.

Net soos in die geval van landbou-ontwikkeling kan hierdie afsnypunt as riglyn dien om natuurlike veld te beskerm. Dit kan ook dien as riglyn om berghellings se estetiese waarde ten opsigte van geboue en strukture te beskerm. Wanneer 'n bepaalde hoogte as 'n maksimum hoogte vir ontwikkeling geïdentifiseer word, moet in gedagte gehou word dat dit slegs plaaslik toegepas kan word. 'n Area wat byvoorbeeld verder in die binneland geleë is, sal uiteraard nie dieselfde riglyne hoef te volg nie, aangesien hierdie areas gewoonlik hoër geleë is. Plaaslike riglyne sal vir die betrokke area opgestel moet word.

Net soos met stedelike ontwikkeling is daar tans ook geen riglyne wat bosbou- ontwikkeling teen steil hellings betref. Die analyses wat in hierdie verband gedoen is (kyk Figuur 29), wys bloot waar hierdie ontwikkelings in

die verskillende gradiëntklasse voorkom. Meer navorsing sal onderneem moet word om die effek wat hierdie ontwikkelings op gronderosie het, te bepaal. Daar word voorgestel dat ook hier 'n 20%- maksimum gradiënt gehandhaaf moet word. Indien 'n mens in ag neem dat die maksimum gradiënt vir landbou-ontwikkeling 20% is, kan die afleiding gemaak word dat 'n geskikte riglyn vir plantasies teen steil hellings nie veel hoër behoort te wees nie. Dit sal ook keer dat hierdie tipe ontwikkelings te hoog teen berghellings plaasvind wat 'n negatiewe visuele impak mag hê.

Die voorstelle wat hierbo genoem is word in Tabel 5 opgesom:

Tabel 5 Riglyne vir ontwikkeling in die studiegebied asook die res van die Boland

RIGLYNE	AREA
Landbou:	
Geen ontwikkeling in areas met 'n gradiënt >20% nie	Studiegebied / Res van Boland
Geen ontwikkeling bo die 260m- kontoerlyn nie	Studiegebied
Geen ontwikkeling op medium tot hoë erodeerbare gronde teen 'n gradiënt > 12% nie	Studiegebied / Res van Boland
Geboue en strukture (stedelike ontwikkeling):	
Geen ontwikkeling op 'n gradiënt >20% nie	Studiegebied/ Res van Boland
Geen ontwikkeling op 'n hoogte wat die 240m- kontoerlyn oorskry nie	Studiegebied
Bosbou:	
Geen ontwikkeling teen berghellings op 'n gradiënt >20% nie	Studiegebied / Res van Boland

Die bogenoemde riglyne is spesifiek vir die studiegebied opgestel, maar kan in die meeste gevalle ook dien as riglyne vir die res van die Boland (kyk Tabel 5). Wanneer plaaslike riglyne opgestel word, moet daar op 'n hoogte wat min of meer saamval met die 20%- gradiëntlyn, besluit word. Wat hierdie riglyn betref, moet gekonsentreer word op die konserwatiewe uitgangspunt wanneer 'n area se sensitiwiteit vir ontwikkeling bepaal word.

7 SLOT

Wat die vakdissipline van Geografie betref, het hierdie studie veral 'n bydrae gelewer tot die subdissipline van Omgewingstudies. Die kommer wat bestaan oor gronderosie, die vernietiging van natuurlike veld, asook die estetiese impak van ontwikkelings teen die berghellings van die Boland, word in hierdie studie aangeraak.

’n Aspek wat primêr in hierdie studie aangespreek word, is die antwoorde op die vraag: “ Waar is dit ?”. Alhoewel die studie interdisiplinêr van aard is, is dit die sterk ruimtelike komponent wat die studie onderskei van ander studies wat moontlik dieselfde aspekte aanraak. In hierdie verband let Van der Merwe (1991:1) daarop dat die geograaf op die ruimtelike aspekte konsentreer terwyl die nie-ruimtelike aspekte vir ander dissiplines van primêre belang is.

Addisionele navorsing word benodig om te bepaal wat die effek van plantasies teen steil hellings vanuit ’n eroderingsoogpunt is. Ook faktore soos die impak van masjinerie en die mate waarin plantasies die bogrond teen erosie beskerm al dan nie, is aspekte wat verdere navorsing verg.

Die gebruik van GIS en satellietafstandswaarneming in hierdie studie, beklemtoon ook die toenemende rol wat hierdie tegnologieë in die toekoms in geografiese studies kan speel. Die tipiese GIS- funksies wat gebruik is, bevestig die nut van GIS as gereedskapstuk vir die geograaf.

Resultate wat in hierdie studie gelewer is, kan as basis vir verdere navorsing dien. Dit kan ook die toepassing van maatreëls ondersteun aangesien sensitiewe areas reeds ruimtelik geïdentifiseer is. Dié inligting kan veral vir instansies soos Kaapse Natuurbewaring van nut wees.

8. LITERATUURLYS

ANDERSON, P.R. 1992. The fynbos factor. *The South African outlook*. 122 (3): 31-32.

BARKER, N.P. 1993. A rare grass from Table Mountain. *Veld & Flora*. 79 (1): 20-21.

BARNARD, W.S. SMIT, P.S. & VAN ZYL, J.A. 1972. *Suid-Afrika. Die land en sy streke*. Kaapstad. Nasou Bpk.

BAUSCH, W.C. 1993. Soil background effects on reflectance-based crop coefficients for corn. *Remote sensing of environment*. 41 (2): 213-222.

BEATLEY, T. 1994. *Ethical landuse: Principles of policy and planning*. London. Johns Hopkins University Press.

BOELHOUWERS, J.C. 1997. Soil movement by frost in the Hex River Mountains, Western Cape, South-Africa. *The South-African Geographical journal*. 79 (2): 129-135.

BROWNLIE, S.F. 1982. *The effects of recent landuse on a fynbos site*. M.Sc-thesis. Cape Town, University of Cape Town.

BURGERS, C.J. 1997. *Ontwikkelperske teen berghange*. Ongepubliseerde manuskrip. Stellenbosch. Kaapse Natuurbewaring.

BURGERS, C.J. 1998. Inligting verskaf aan A.J. James tydens 'n persoonlike gesprek in 1998.

BURGERS, C.J. & IPSON, N.D. 1993. *Sensitivity of mountain environments in the fynbos biome: Implications for development and recreational use*. Unpublished manuscript. Stellenbosch. Cape nature conservation.

BUYS, M.H. VAN DER WALT, J.J.A. & BOUCHER, C. 1991. A provisional analysis of the flora of Stellenbosch. *South-African journal of botany*. 45 (5): 264-290.

CAMPBELL, J. B. 1998. *Introduction to remote sensing*. London. Taylor & Francis.

CAPE NATURE CONSERVATION. 1994. Cape nature conservation: The Western Cape is perhaps the most environmentally diverse province in South-Africa. *African panorama*. 40 (2): 52-53.

CARTER, T.R. 1988. *The impact of climatic variations on agriculture*. Dordrecht. Kluwer academic publishers.

CHAPPEL, C.A. & BROWN, M.A. 1993. The use of remote sensing in quantifying rates of soil erosion. *Koedoe*. 36 (1): 43-58.

- COWLING, R & RICHARDSON, D. 1995. *Fynbos, South-Africa's unique floral kingdom*. Vlaeberg. Fernwood Uitgewers.
- COX, R.W. 1987. *Production, power, and world order: Social forces in the making of history*. New York. Columbia University press.
- CLAYTON, A.M.H & RADCLIFFE, N.J. 1996. *Sustainability: A systems approach*. London. Earthscan Publications Limited.
- CLARK, M & SMALL, J. 1982. *Slopes and weathering*. Cambridge. Cambridge University Press.
- DEARDEN, P. 1980. Landscape assessment. The last decade. *Canadian Geographer*. 24 (3): 316-325.
- DOUGLAS, M. 1997. Attaining the unattainable in Du Toitskloof: landscaping & environmental feature. *Parks and grounds*. 95 (3): 42-46.
- DRAFT FOR DISCUSSION. 1996. *A vision for mountain catchment areas in the Western Cape: An integrated conservation strategy*. Stellenbosch. Cape nature conservation.
- EASTMAN, J.R. 1997. *Idrisi for Windows, Tutorial Exercises*. Worcester Massachusetts. Clark University.
- EASTMAN, J.R. 1997. *Idrisi for Windows: Users Guide*. Worcester Massachusetts. Clark University.
- FREED, R.D. & JUO, A.S.R. 1995. *Agriculture and Environment: Bridging food production and environmental protection in developing countries*. Madison. American society of agronomy Inc.
- FORTESCUE, A.K.J. 1997. *The use of remote sensing and geographic information system (GIS) techniques, to interpret Savannah ecosystem patterns in the Sabi Sand game reserve, Mpumalanga Province*. M.Sc-thesis. Cape Town. Rhodes University.
- FUGGLE, R.F. & RABIE. 1992. *Environmental Management in South Africa*. Johannesburg. Juta.
- GERBER, G. Inligting verskaf aan A.J. James tydens 'n persoonlike gesprek in 1999.
- GERRARD, A.J. 1990. *Mountain Environments*. London. Belhaven.
- GILIOME, J. 1991. Fynbos in die moeilikheid. *African Wildlife* 45 (5): 227.
- GOSLING, M. 1997. Sparring over Sparrebosch: Challenges to huge Knysna development proposal. *African Wildlife*. 51 (4): 9.

- GOVINDARAJU, R.S. 1995. Non-dimensional analysis of a physically based rainfall-runoff-erosion model over steep slopes. *Journal of Hydrology* 173 (4): 327 – 341.
- GREEFF, T. 1999. Inligting verskaf aan A.J. James tydens 'n persoonlike gesprek in 1999.
- GREEN, B. 1981. *Countryside Conservation*. London. Red Lion Setters.
- HARRISON, J. 1991. Grondklassifikasie: Die onderliggende feite. *Effektiewe Boerdery*, 12 (7): 463 – 465.
- HEANEY, D., PRITCHARD, D., THERIVEL, R., THOMPSON, S. & WILSON, E. 1992. *Strategic environmental assessment*. London. Earthscan publications Limited.
- HEYDENRYCH, B. 1996. What price fynbos ? *Veld & Flora*. 82 (1): 16.
- HENEBRY, G.M. 1993. Detecting change in grasslands using measures of spatial dependence with Landsat TM data. *Remote sensing of environment*. 46 (2): 223-234.
- HOLY, M. 1980. *Erosion and environment*. New York. Pergamon Press Ltd.
- HUYSAMEN, G.K. 1993. *Metodologie vir die Sosiale en Gedragwetenskappe*. Halfweghuis. Southern Boekuitgewers (Edms.) Bpk.
- JOHNSON, P. 1995. GIS: Sappi uses GIS for environmental management. *Computer graphics*. 6 (6):47-54.
- KILIAN, D. 1992. The flora of Elim: Flora conservation committee project. *Veld & Flora* 28 (4): 117-118.
- KORTEN, D. 1992. Sustainable development: the Earth Summit, Brazil. *Indicator South Africa*. 9 (2): 10-14.
- KOTZÉ, L. 1992. Meer as die helfte van die Kaapse fynbos reeds vernietig. *Deciduous Fruit Grower*. 42 (12): 439.
- LEVITT, M. 1996. Putting fynbos back. The rehabilitation of Du Toitskloof. *Veld & Flora*. 83 (3): 81-83.
- MACKAY, C.H. & ZIETSMAN, H.L. 1996. Assessing and monitoring rangeland condition in extensive pastoral regions using satellite remote sensing and GIS techniques: an application to the Ceres Karoo region of South-Africa. *African journal of range and forage science*. 13 (3): 100-112.
- MAJOR, D.J., SCHAALJE, G.B., WIEGAND, C. & BLAD, B.L. 1992. Accuracy of SAIL model-predicted reflectance of maize. *Remote sensing of environment*. 41 (2): 61-70.

- MALTHUS, T.J. 1993. Candidate high spectral resolution infrared indices for crop cover. *Remote sensing of environment*. 46 (2): 204-212.
- MANNION, A.M. & BOWLBY, S.R. 1992. *Environmental issues in the 1990's*. New York. John Wiley & Sons.
- MARAIS, C. & RICHARDSON, D.M. *Monitoring requirements for fynbos management*. Pretoria. Foundation for research development.
- MARKANDYA, A. & RICHARDSON, J. 1992. *The earthscan reader in environmental economics*. London. Earthscan publications limited.
- MAUCH, J. & BIRCH, J.W. 1983. *Guide to Successful Thesis and Dissertation*. New York. Marcel Dekker, Inc.
- MATHER, P. 1989. South-African journal of surveying and mapping. *South-African journal of surveying and mapping*. 20: 157-162.
- McDONALD, D.J. 1989. The fynbos of the Cape Mountain Catchment areas. *S.A Irrigation*. 11 (6): 7-9.
- McDOWELL, C. 1987. Conserving veld on farms: some legal considerations. *Veld & Flora*. 73 (1): 28-30.
- McDOWELL, C. 1990. Who will save Hagelkraal ? *Veld & Flora*. 76 (2): 52-53.
- McDOWELL, C. & OLIVER, T. 1992. Extinct erica rediscovered. *African Wildlife*. 46 (3): 113.
- McDOWELL, C. & OLIVER, T. 1992. Will pine plantations exterminate the recently re-discovered erica alexandri ? *Veld & Flora*. 78 (3): 88-89.
- MESSERLI, B. & IVES, J.D. 1997. *Mountains of the World: A global priority*. New York. Parthenon Publishing Group.
- MILLER, G.T. 1992. *Living in the environment: An introduction to environmental science*. Belmont. Wadsworth publishing company.
- MOUTON, J & MARAIS, H.C. 1990. *Basiese Begrippe: Metodologie van die geesteswetenskappe*. Pretoria. RGN-Uitgewers.
- MYBURGH, G. 1988. Gidsplan sal regte grondgebruik bevorder. *Landbouweekblad*, 6 September: 36-39.
- NEL, C. 1991. Monitoring veld condition from afar. *Farmers Weekly*. 23 August: 12-14.
- NICHOLLS, S. 1999. Inligting verskaf aan A.J. James tydens 'n persoonlike gesprek in 1999.

- ORODA, A.S. & BARAZA, J.A. 1996. Geographic information systems in hydrological modelling of lakes in the Rift Valley of Kenya. *South-African journal of geo-information*. May: 15-20.
- PATON, T.R. 1978. *The formation of soil material*. London. George Allen & Unwin Ltd.
- PANINGBATAN, E.P., CIESIOLKA, C.A., COUGHLAN, K.J. & ROSE, C.W. 1995. Alley cropping for managing soil erosion of hilly lands in the Philippines. *Soil Technology*. 8 (3): 193-204.
- PIENAAR, K. 1987. Fynbos – unieke Kaapse Floraryk. *Archimedes*. 29 (3): 11-12.
- PITTY, A.F. 1979. *Geography and soil properties*. Cambridge. Cambridge University Press.
- PLATFORD, G. 1992. Measuring losses on steep land. *The South-African Sugar Journal*. 76 (6): 178 – 182.
- POOL, R. 1996. Paardenberg. A success story for private conservation. *Veld & Flora*. 82 (4): 117-118.
- PRETORIUS, L. 1991. Deurbraak met erosiemeting: Wyer kontoerspasiëring kan volg. *Landbouweekblad*, 29 Maart: 18-19.
- PRICE, F & HEYWOOD, D.I. 1994. *Mountain environments and geographic information systems*. London. Taylor & Francis.
- REDCLIFT, M. 1987. *Sustainable development*. London. Methuen.
- REID, D. 1995. *Sustainable Development. An introductory guide*. London. Earthscan Publications.
- Republiek van Suid-Afrika. 1984. Wet op Landbou. No.9238 van 1984. *Staatskoerant van die Republiek van Suid-Afrika*: Regulasiekoerant No. 3707.
- Republiek van Suid-Afrika. 1997. Witskrif op die bewaring en volhoubare gebruik van Suid-Afrika se biologiese diversiteit. *Staatskoerant van die Republiek van Suid-Afrika*: Regulasiekoerant No. 18163.
- RETIEF, G.F. & COETZEE, J.D.M. 1991. Impact of modern technology on environmental management. *South-African journal of geo-information*. 16: 45-51.
- RICHARDSON, A.J., WIEGAND, C.L., WANJURA, D.F. & DUSEK, D. 1992. Multisite analyses of spectral-biophysical data for sorghum. *Remote sensing of environment*. 41 (2): 71-82.
- ROSSOUW, N.J. 1997. Mapping vegetation and erosion changes on the northern slopes of Table Mountain using multi-temporal aerial photography and GIS, 1944-1992. *South-African geographical journal*. 79 (2): 136-146.

RUSSEL, B. 1996. Kontoere vir makliker bestuur. *Landbouweekblad*. 1 November: 10 – 11 & 13.

RYAN, P.G. 1995. Valuing ecosystems: Is the fynbos worth conserving? *South-African journal of science*. 91 (11): 572-573.

SAMPLE, V.A. 1994. *Remote sensing and GIS in Ecosystem Management*. Washington DC. Island press.

SCHLOMS, B.H.A. Inligting verskaf aan A.J James tydens 'n persoonlike gesprek in 1999.

SCHRAMM, G. & WARFORD, J.J. 1989. *Environmental management and Economic development*. London. Johns Hopkins university press.

SCHNAIBERG, A. 1980. *The environment, from surplus to scarcity*. New York. Oxford University press.

SIMMONS, I.G. 1989. *Changing the face of the earth*. New York. Basil Blackwell Ltd.

SMIT, G.J. 1993. *Navorsing: riglyne vir beplanning en dokumentasie*. Halfweghuis. Southern Boekuitgewers (Edms) Bpk.

SMITH, G. 1971. *Conservation of natural resources*. London. John Wiley & Sons inc.

STEILA, D. 1976. *The geography of soils*. New Jersey. Prentice Hall.

SYKES, J.B. 1983. *The Concise Oxford Dictionary*. Oxford. Clarendon Press.

TAIT, G. 1994. *Meting, kwantifisering en kwalifisering van visuele landskappe: 'n Toepassing van die Veldwachtersriviervallei*. B. Honneurs verhandeling. Stellenbosch. Universiteit van Stellenbosch.

TALJAARD, E.P.S. 1996. How to stop erosion: new farmers. *Farmer's Weekly*, 23 August: 12-15.

TANNER, C. 1995. Aerial photography and digital mapping – unique tools for reconstruction and development: township mapping. *Imiesa*. 20 (10): 21, 23-24.

TODARO, M.P. 1995. *Economic Development*. New York. Longman Publishing.

THOMPSON, M. & WHITEHEAD, K. 1992. An overview of remote sensing in forestry and related activities: its potential application in South-Africa. *South-African forestry journal*. 161: 59-68.

TOMLINSON, D. 1994. Detecting illegal crops: GIS. *Computer Graphics*, April: 23, 27.

- TUELLER, P.T. 1991. Remote sensing applications for monitoring rangeland vegetation. *Journal of the grassland society of Southern-Africa*. 8 (4): 160-167.
- TURNER, B. 1988. Afstandswaarneming verhoog lewenskwaliteit. *Scientiae*. 29 (4):19-22.
- VAN DER MERWE, I.J. 1991. *Die stad en sy omgewing*. Stellenbosch. Universiteitsuitgewers en Boekhandelaars.
- VLOK, A.C. & ZIETSMAN, H.L. 1987. Wingerdidentifikasie in Suidwes-Kaapland met behulp van Landsat digitale beeldverwerking. *The South African Geographer*. 15 (1): 43-58.
- VLOK, A.C. & ZIETSMAN, H.L. 1993. Digital analysis of satellite imagery: An art or a science ? *The South African Geographer*. 20 (1): 23-36.
- WARKOTSCH, P.W. 1994. Identification and quantification of soil compaction due to various harvesting methods. *South African Forestry Journal*. 170 (3): 7-15.